

JOANNA SZMYT**Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów
Politechniki Łódzkiej**

OCENA WŁAŚCIWOŚCI OPTYCZNYCH ŻAKARDOWYCH DZIANIN DEKORACYJNYCH

Recenzenci: **dr hab. inż. Iwona Frydrych, prof. PŁ**

1. WSTĘP

Szeroką grupę tekstyliów dekoracyjnych można podzielić na asortyment w postaci tkanin i dzianin. Tkaniny dekoracyjne to przede wszystkim zasłony i obrusy. Dżianiny dla tego przeznaczenia produkowane są jako struktury ażurowe w formie firanek, zasłon i obrusów. Produkowane są w technologii dzianin kolumniowych żakardowych. Technologia ta dominuje w produkcji wyrobów dekoracyjnych ze względu na ekonomikę procesu produkcji i wysoką wydajność [1÷3].

Dżianiny dekoracyjne typu firanki, zasłony służą przede wszystkim do wystroju okna. Charakteryzują się one zarówno cechami estetycznymi jak i użytkowymi związanymi z oprawą plastyczną wnętrza oraz ze zdolnością do tłumienia promieniowania słonecznego. Dżianiny dekoracyjne umieszczane w oknie stanowią barierę przed zbyt dużą ilością światła słonecznego wpadającego do wnętrza. Charakteryzują się bogactwem wzorniczym, przeważają głównie duże wzory, w przypadku struktur jednorodnych dominują małe raporty wzoru.

Funkcjonalność dżianiny pod względem transmisji światła jest zależna od parametru wypełnienia powierzchniowego, o którym decyduje motyw wzoru dżianiny, struktura zastosowanych splotów, parametry i masy liniowe nitki [4÷7]. Odpowiednia ilość światła naturalnego dla życia człowieka jest ważna, dlatego należy zwrócić uwagę na aspekt oddziaływania samego światła na organizm ludzki. Istotnym zagadnieniem oceny optycznej tekstyliów dekoracyjnych jest wpływ natężenia i długość fali światła słonecznego na warunki fizjologicznego funkcjonowania człowieka [8÷10].

Światło naturalne, które zawiera oprócz promieniowania widzialnego również promieniowanie ultrafioletowe i podczerwone, jest niezbędne dla zdrowia człowieka, reguluje jego aktywność biologiczną. Wywołuje różne efekty fotobiologiczne, fotochemiczne w organizmie człowieka, wpływa także na jego nastrój [11]. Pozytywny wpływ promieniowania słonecznego uzyskuje się przy jego

właściwym dawkowaniu, długotrwałe działanie intensywnego promieniowania słonecznego jest niekorzystne, ale nie oznacza, że należy unikać światła dziennego. Ważna jest natomiast odpowiednia dawka promieniowania słonecznego w ciągu dnia. Negatywny wpływ oddziaływania promieniowania, szczególnie ultrafioletowego, na organizm ludzki jest minimalizowane poprzez stosowanie ubrań ochronnych wykonanych ze specjalnie dobranych materiałów [12÷14].

Należy podkreślić, iż dzięki światłu słonecznemu uzyskuje się wiele razy większą ilość światła we wnętrzu niż wynikałoby to z wymagań dotyczących oświetlenia pomieszczenia światłem sztucznym [15÷17]. Z punktu widzenia dekoracji okna i zabezpieczania go przed zbytnim nasłonecznieniem, sposób osłonięcia okna od padającego promieniowania wpływa na ilość światła docierającego do pomieszczenia [18÷21].

Zatem, istotnymi są zagadnienia dotyczące barierowości świetlnej tekstyliów dekoracyjnych w aspekcie uwarunkowań fizjologiczno-zdrowotnych człowieka.

Analiza literatury uwzględniała własności optyczne włókien i materiałów tekstylnych w zależności od rodzaju tworzywa poliestrowego, kształtu przekroju poprzecznego włókna, struktury wyrobu i jego porowatości [22÷27]. W podsumowaniu przedstawionego przeglądu literaturowego dotyczącego stanu wiedzy na temat barierowości świetlnej wyrobów dekoracyjnych należy podkreślić, iż prace skupiają się przede wszystkim na problematyce pomiarów transmisji i odbicia światła dla różnych tekstyliów oraz tematyce promieniowania UV oraz IR w relacji z właściwościami ochronnymi tkanin i dzianin [28÷48].

Aby w pełni scharakteryzować właściwości optyczne dzianin dekoracyjnych żakardowych należy przeprowadzić pomiary wielkości natężenia światła przechodzącego przez struktury ażurowe oraz natężenia światła odbitego od ich powierzchni w sposób jednoczesny. W praktyce i literaturze nie ma metod pomiaru tego rodzaju parametrów dla asortymentu dzianin dekoracyjnych. Istniejące rozwiązania konstrukcyjne w postaci aparatur badawczych wyznaczających własności optyczne tekstyliów, tj. ilość światła przechodzącego przez strukturę tekstylną oraz ilość światła odbitego od jej powierzchni są urządzeniami otwartymi, bez osłoniętego źródła światła, czy wyznaczają parametry optyczne etapowo z brakiem możliwości zmiany natężenia emitowanego światła. Dodatkowo, dostępne urządzenia posiadają zazwyczaj małą powierzchnię pomiarową [49÷67].

Dzianiny dekoracyjne żakardowe posiadają duże raporty wzorów. W przypadku tego rodzaju dzianin w aspekcie wyznaczenia ich pomiarów optycznych, powierzchnia ta powinna być duża na tyle, aby ujmować chociaż jeden raport wzoru.

Projektowanie dzianin kolumnienkowych żakardowych następuje z poziomu programu komputerowego, dobierając odpowiednie zestawienie kolorów krątek w projekcie komputerowym uzyskuje się odpowiadające im wypełnienia nitkami struktury dzianiny. Na podstawie projektu plastycznego wzoru oraz wynikającego doboru wypełnienia powierzchni nitkami można programować cechy funkcjonalne

dzianiny żakardowej w postaci barierowości świetlnej. Na etapie projektowania dzianiny kształtowane są cechy estetyczne i użytkowe dzianiny dekoracyjnej żakardowej.

2. CEL I TEZA PRACY

Cel pracy doktorskiej

Celem naukowym pracy jest identyfikacja barierowości świetlnej żakardowych dzianin dekoracyjnych na podstawie badań teoretycznych opartych na modelu geometryczno-strukturalnym dzianin, który formułuje zależności wypełnienia powierzchniowego splotów funkcji cech stosowanych nitek oraz na podstawie badań eksperymentalnych prowadzonych w oparciu o opracowaną instrumentalną metodykę pomiaru parametrów optycznych dzianin, tj. przepuszczalności, odbicia i porowatości powierzchniowej tekstyliów wzorzystych.

Sformułowany cel pracy poprzez uzyskane rezultaty badań posłużył udowodnieniu prawdziwości postawionej tezy pracy.

Teza pracy

Identyfikację procesu barierowości świetlnej dzianin żakardowych dekoracyjnych można prowadzić analitycznie w ujęciu modelu geometrii i struktury splotów wypełnianych nitkami oraz pomiarów eksperymentalnych cech optycznych. Zależności korelacyjne między cechami budowy dzianin oraz parametrami fotometrycznymi mogą znajdować praktyczne aplikacje w procesie optymalizacji plastyczno-technologicznego projektowania dzianin.

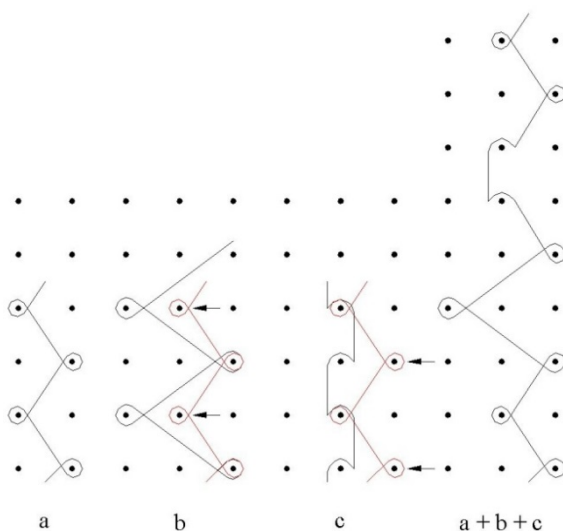
3. BUDOWA I TECHNOLOGIA DEKORACYJNYCH DZIANIN KOLUMIENKOWYCH ŻAKARDOWYCH

3.1. Budowa dzianin żakardowych wytwarzanych na osnowarkach

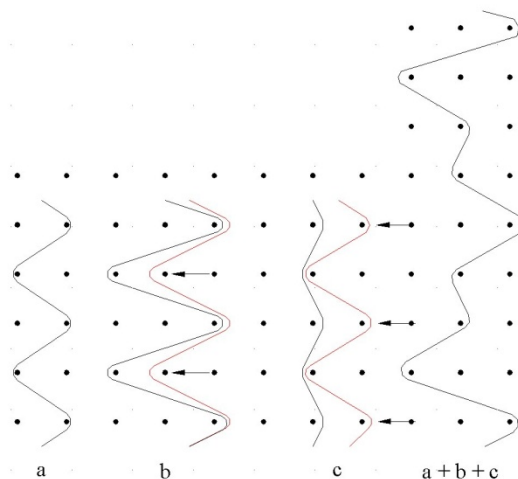
Własności dzianin żakardowych zależą głównie od ich przeznaczenia, natomiast struktura i efekty wizualne od tendencji wzorniczych. Firanki, obrusy, bieżniki muszą być stabilne i nierozciągliwe oraz dość lekkie. Na firanki stosuje się najczęściej dzianiny ażurowe z wzorami na tle stabilnych siatek o lekkiej budowie. Mogą to być dzianiny wypełnione i ażurowe. Wzornictwo dzianin dekoracyjnych wynika z możliwości technologicznych maszyn i mody.

W dzianinach kolumnienkowych żakardowych można wyróżnić 3 grupy wzorów: wzory łącznikowe (rys. 3.1-1), wzory wątkowe (rys. 3.1-2), wzory wątkowo-podbiciowe (rys. 3.1-3). We wszystkich trzech grupach efekty wzorzyste tworzone są przez połączenie kilku, najczęściej 3-4, różnych charakterystycznych elementów ich budowy.

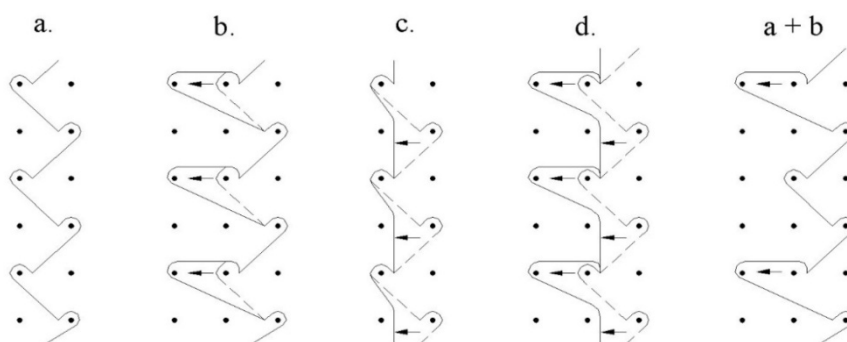
Zmienne elementy wzorujące powierzchnię dzianiny tworzone są przez igielnice żakardowe mające zaprogramowany splot bazowy. Podczas tworzenia kolejnych rzędów oczek splot ten może być zmieniany kilkuvariantowo (najczęściej – trzy warianty) przez aparat żakardowy dla każdej wrabianej w dzianinę nitki. Splot bazowy igielnicy żakardowej na danej maszynie może być zmieniany w zależności od oczekiwanego wyglądu i własności dzianiny.



Rys. 3.1-1. Warianty splotowe we wzorach łącznikowych dla splotu bazowego „trykot” [1]



Rys. 3.1-2. Warianty splotowe we wzorach wątkowych – schematy splotów; a – splot bazowy, b, c – warianty zmian długości łączników, a+b+c – kombinacja zmian długości łączników w kolejnych rzędach dzianiny [1]



Rys. 3.1-3. Warianty splotowe wzorów wątkowo-podbiciowych – schematy splotów;
a – splot bazowy, b, c, d – warianty zmian długości łączników, a+b – kombinacja zmian
długości łączników w kolejnych rzędkach dzianiny [1]

Efekty wizualne wzoru dzianin firankowych w scharakteryzowanych rodzajach dzianin zależą znacznie od budowy ich „tła”. „Tło” firanek może być tworzone tylko przez igielnice podstawowe lub z udziałem igielnic żakardowych. Tło firanek w postaci siatki może mieć zróżnicowaną budowę. Mogą to być siatki proste i regularne, siatki nieregularne, siatki urozmaicone wieloma różnymi elementami.

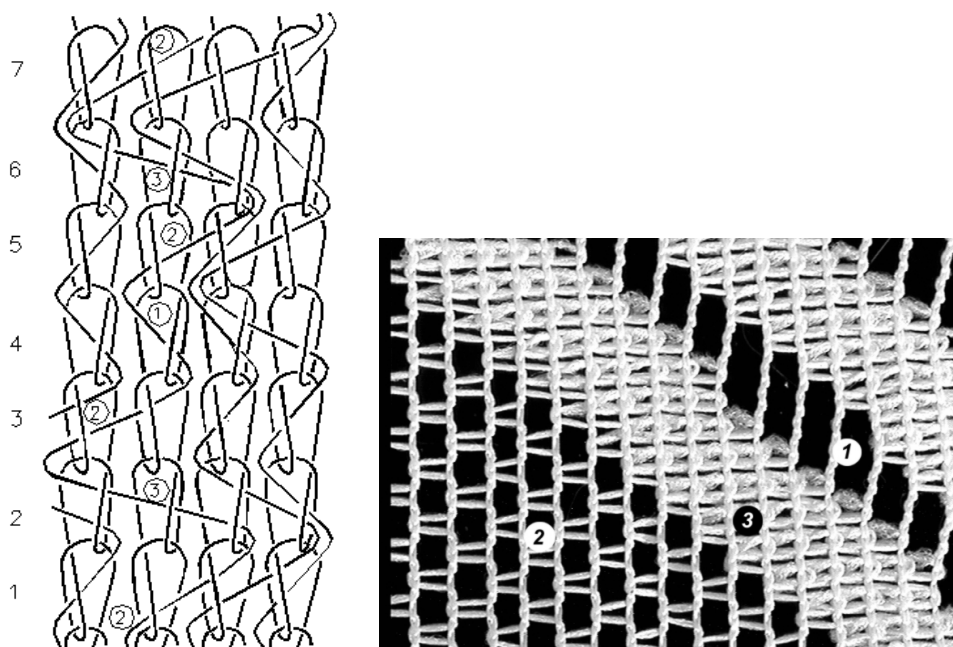
Dzianiny dekoracyjne żakardowe pod względem wzorniczym mogą być gładkie lub wzorzyste. W przypadku tych drugich, wzór może być zaprezentowany na kilka sposobów, tj. na całej powierzchni wyrobu, w formie pasa pośrodku i/lub na dole wyrobu, czy też kombinacji tych elementów. Bogactwo wzornicze dzianin dekoracyjnych jest ogromne. Podobnie jak w modzie, występują tendencje wzornicze dekoracji okna. Wśród motywów zdobniczych firan można wyróżnić elementy: roślinne, kwiatowe, geometryczne, ornamentowe. Występują także postacie z bajek dla dzieci, często barwione, czy postać wzoru w formie obrazu (rys. 3.1-4).



Rys. 3.1-4. Przykładowe tendencje wzorów dzianin osnowowych żakardowych

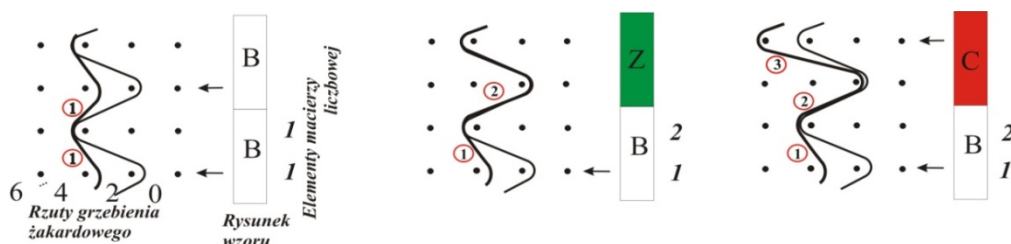
3.2. Technika dziania dla wzorów wątkowych

Dla techniki wątków klasycznych w technice 3-igłowej, przędza wątkowa układana jest w trzech charakterystycznych długościach. Na rys. 3.2-1 przedstawiono spłot struktury dzianiny wątkowej oraz fotografię rzeczywistego układu nitek w płaszczyźnie dzianiny. W budowie spłotu wątku wzorującego (tworzonego przy zmiennych rzutach iglic grzebienia żakardowego o 1, 2 lub 3 podziałki uiglenia) (rys. 3.2-2) wydzielono trzy powtarzalne elementy strukturalne ułożone na wysokości 1-go rządka. Wyróżnia się następujące elementy: element typu „1” – wątek przechodzący przez jedną kolumnienkę oczka, element typu „2” – wątek łączący dwie kolumnienki oczek, element typu „3” – wątek łączący trzy kolumnienki oczek. Odpowiednio wydzielonym elementem budowy „1”, „2”, „3” przyporządkowano znaczenia liczbowe odpowiednio 1, 2, i 3 [1].



Rys. 3.2-1. Schemat dzianiny oraz fotografia rzeczywistego układu nitek w płaszczyźnie dzianiny [1]

Podczas procesu projektowania przebieg wątku o różnej długości pozwala na odpowiednie wypełnianie określonych konturów wzoru na tle siatki spłotu podstawowego. Szczególnie dla uzyskania znacznej wyrazistości motywu wzoru wprowadzane są nitki długie – elementy typu „3”, które uzyskują największe powierzchniowe zapełnienie wątkiem. Wizualne efekty wzoru są mniej widoczne w przypadku nitek – elementów typu „1” i „2”.



Rys. 3.2-2. Technika 3-igłowa wątków klasycznych

Fakt ten wykorzystano w opracowaniu metody plastycznego projektowania wzoru. Na kratkowiec z zaznaczonym rysunkiem wzoru wypełnia się kratki trzema umownymi kolorami: czerwonym, zielonym i białym. Barwne kratki kratkówki odpowiadają ułożeniu nitek wzoru na wysokości 2 rzędów.

Dla koloru czerwonego najczęściej występują dwa elementy typu „3’’, dla kratki zielonej – elementy typu „2’’, dla kratki białej – elementy typu „1’’.

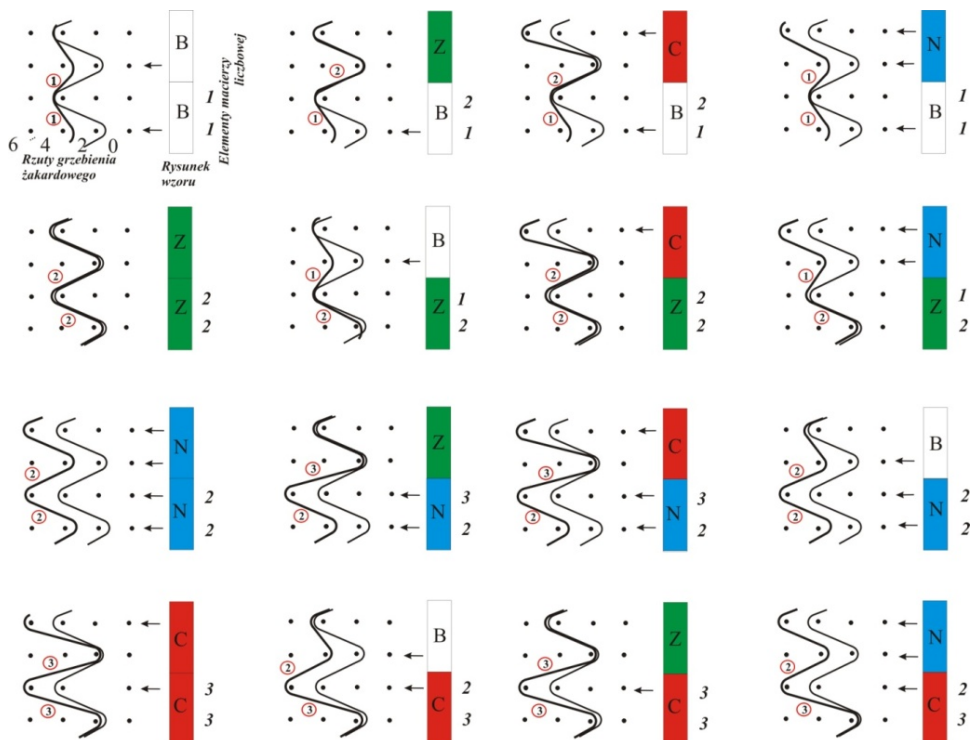
3.3. Metodyka cyfrowego kodowania dzianin kolumnienkowych żakardowych

W wyniku przeprowadzonej analizy budowy dzianin żakardowych zostały opracowane zasady matematycznego kodowania rysunku wzoru, czyli zasady jednoznacznego przyporządkowania powtarzalnemu układowi nitek wzorujących (kolorowym kratkom wzoru) znaczeń cyfrowych dla trzech technik dziania różniących się przebiegiem nitek wzorujących w dzianinie. W zależności od tego zestawienia po sobie kolorów krutek projektu dzianiny, uzyskuje się zróżnicowane przebiegi nitki wzorującej w strukturze dzianiny. Uzyskane w wyniku tego elementy strukturalne mają przydzielone znaczenia cyfrowe od 1 do 6, gdzie kolejno przebiegi wątku oznaczają:

- „1’’ – wątek przechodzący przez jedną kolumnienkę oczek (rzut o $1t_u$),
- „2’’ – wątek łączący dwie kolumnienki oczek (rzut o $2t_u$),
- „3’’ – wątek łączący trzy kolumnienki oczek (rzut o $3t_u$),
- „4’’ – wątek w postaci pętli i odcinka prostego biegnącego wzdłuż kolumnienki oczek,
- „5’’ – wątek w postaci pętli i odcinka prostego łączącego dwie sąsiednie kolumnienki oczek,
- „6’’ – wątek łączący cztery kolumnienki oczek (rzut o $4t_u$),
- „7’’ – wątek w postaci pętli i odcinka prostego łączącego trzy sąsiednie kolumnienki oczek.

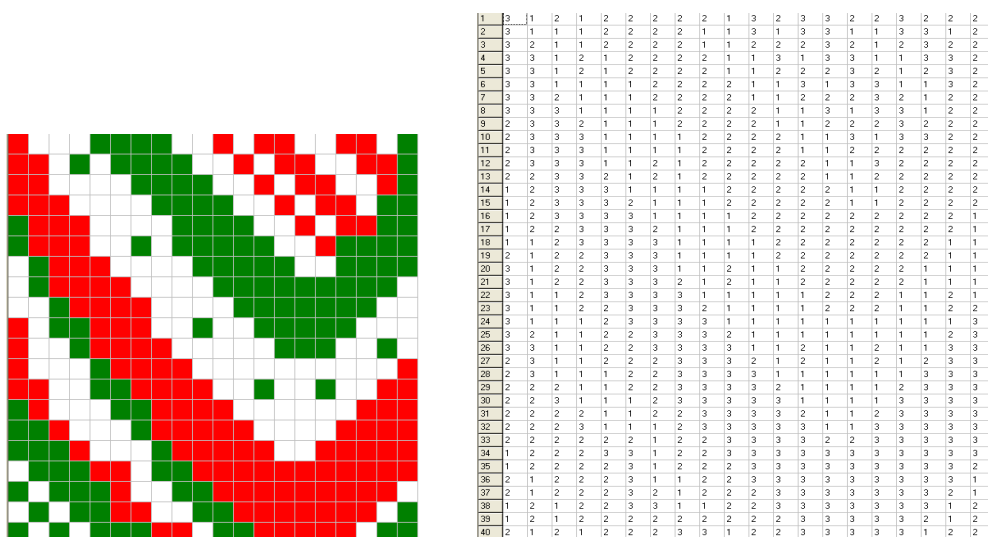
Na rys. 3.3-1 został zaprezentowany układ zestawień kolorowych krutek wzoru i powstałych w wyniku tego różnych przebiegów nitki wzorującej. Przykład ilustruje technikę wątku klasycznego, w której wyróżnia się elementy oznaczone cyframi „1’’, „2’’, „3’’. Zawiera on wszystkie przypadki zestawienia

analizowanych kolorów kratek projektu wzoru z zaznaczeniem rzutów podstawowych iglic żakardowych konfiguracji wątków wzorujących oraz miejsc odchylen iglic żakardowych oznaczonych strzałką.



Rys. 3.3-1. Technika wątków klasycznych i konfiguracja elementów strukturalnych

W oparciu o zasady budowy dzianiny kolumnienkowej żakardowej został opracowany program komputerowy do plastycznego i strukturalnego projektowania tego rodzaju dzianiny. Jedną z jego podstawowych funkcji jest projektowanie plastyczne wzoru dzianiny na kratkówce. Według przeanalizowanych i zdefiniowanych zasad cyfrowego kodowania splotu, program w sposób automatyczny przetwarza kolorowy rysunek wzoru na macierz liczbową [4]. Jej elementy odpowiadają elementom strukturalnym budowy dzianiny. Przykładowy rysunek kratkówki wzoru wraz z macierzą przedstawia rys. 3.3-2. Macierz liczbowa jednoznacznie opisuje rozkład powierzchniowy elementów strukturalnych wątku wzorującego. Opracowana zasada kodowania jak i program komputerowy praktycznie odnoszą się do struktur o nieograniczonej wielkości raportu. Można je wykorzystać do bardziej złożonych struktur dzianin żakardowych dekoracyjnych.

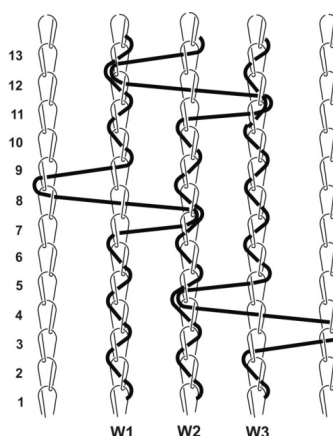


Rys. 3.3-2. Raport wzoru dzianiny żakardowej kolumnienkowej i jej zapis macierzowy [4]

Na podstawie zróżnicowanej struktury dzianiny dekoracyjnej generowanej techniką dziania, zostały także opracowane algorytmy przekształcania kolorowej kratówki wzoru w macierz cyfrową rozkładu nitek wzoru wewnątrz raportu wzoru.

4. MODEL STRUKTURALNY DZIANIN KOLUMNIENKOWYCH ŻAKARDOWYCH PRZEZNACZONYCH NA WYROBY DEKORACYJNE TYPU FIRANKI I ZASŁONY

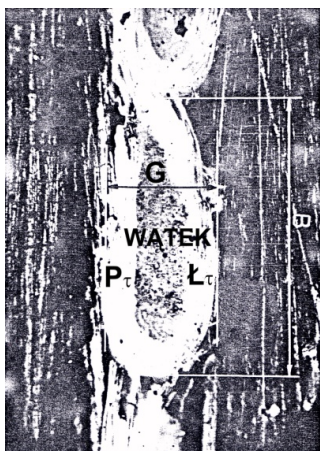
Dzianiny kolumnienkowe żakardowe stosowane na wyroby dekoracyjne są zbudowane ze splotu tła oraz nitek wzorujących w postaci wątku (rys. 4-1). Tło stanowi siatka ażurowa. Występują jej różne rodzaje, powszechnie spotykane są tiule, mogą mieć kształt czworokątów, tzw. splot markizety, czy splot łańcuszka (wersja materiał-oszczędna). Nitki wzorujące (W1, W2, W3 na rys. 4-1) nie tworzą oczek, są umieszczane między łącznikiem a odcinkami prostymi oczek tła. Wprowadzany wątek, sterowany przez urządzenia żakardowe, tworzy na powierzchni dzianiny rysunek wzoru. Nitki wątku w wyrobach dekoracyjnych są zróżnicowane pod względem tworzywa, masy liniowej i sposobu modyfikacji powierzchni przędzy.



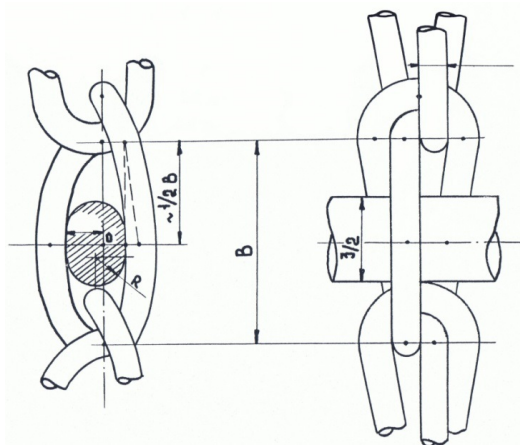
Rys. 4-1. Struktura dzianiny kolumnienkowej żakardowej wątkowej

Dzianina kolumnienkowa żakardowa została przedstawiona w postaci modelu geometrycznego kolumnienkowego, aby na jego podstawie skonfigurować pewne parametry struktury wyrobu. Model dzianiny kolumnienkowej dotyczy splotu dwuigielnicowego żakardowego ażurowego, ma on charakter geometryczno-empiryczny.

Model oparty jest na założeniach, iż oczko łańcuszka ma charakter przestrzenny i posiada kształt eliptyczny (rys. 4-2). W przestrzeni między odcinakami pętli oczka a łącznikiem są ułożone nitki wątku jedna nad drugą. W przestrzeni wewnętrznej modelowego oczka splotu łańcuszka jedna lub dwie nitki wątków (występujące w rzeczywistej budowie oczka) zastąpiono jedną nitką wątku (modelową) o kształcie owalu o wysokości $3/2 d_w$ i szerokości d_w (d_w – średnica nitki wątku) (rys. 4-3).



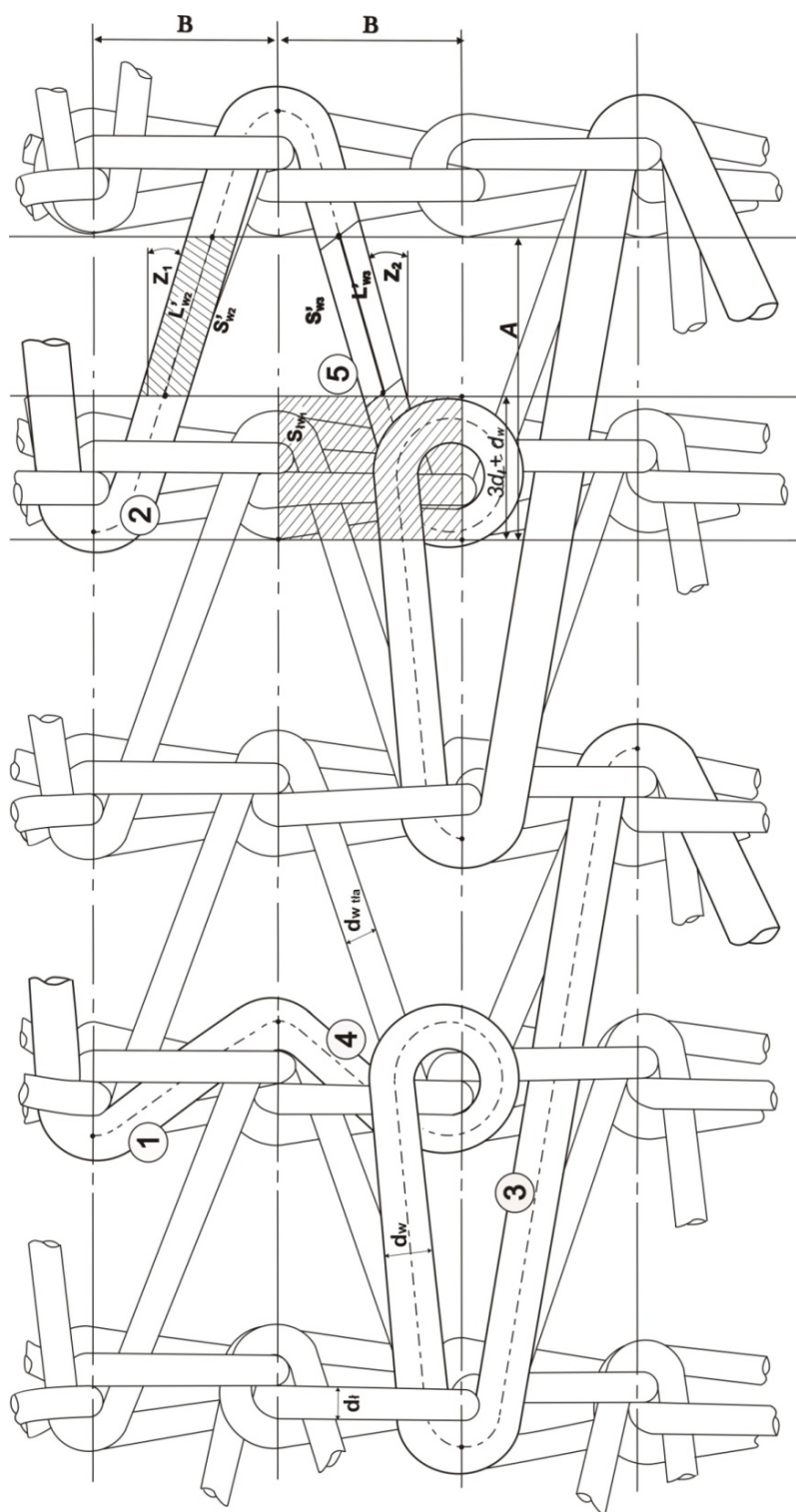
Rys. 4-2. Przekrój poprzeczny kolumnienki oczek dzianiny dekoracyjnej [1]



Rys. 4-3. Model oczka splotu łańcuszka [1]

Nitki tworzące oczko łańcuszka, jak i nitki elementów strukturalnych splotu wątku w przekroju poprzecznym przyjmują postać koła o średnicy d_i i d_w .

Model struktury dzianiny (rys. 4-4) łączy tło w postaci połączenia splotu łańcuszka o oczkach otwartych i wątku w trzech typach przebiegu względem łańcuszka oraz nitki wątku o różnej długości i konfiguracji. Sposób umiejscowienia nitki wzorującej zależy od techniki dziania: 3- lub 4- igłowej. W nieniszym modelu charakter ułożenia wątku reprezentuje technikę 3-igłową, w której występują elementy w postaci wątku klasycznego oraz elementy w układzie z pętlą wynikającą z zastosowania blachy spychającej.



Rys. 4-4. Model geometryczny dzianiny kolumnkowej zakardowej wątkowo-podbiciowej
(z jednym z wariantów splotu tła – markizety)

W splocie wątku wzorującego można wydzielić charakterystyczne elementy budowy dzianiny:

- **element 1** – nitka biegnąca w pojedynczej kolumnie splotu tła,
- **element 2** – nitka wątku łącząca dwie sąsiednie kolumnienki oczek splotu tła,
- **element 3** – nitka wątku łącząca trzy sąsiednie kolumnienki oczek splotu tła,
- **element 4** – wątek w postaci pętli i odcinka prostego biegnącego wzdłuż kolumnienki oczek,
- **element 5** – wątek w postaci pętli i odcinka prostego łączącego dwie sąsiednie kolumnienki oczek.

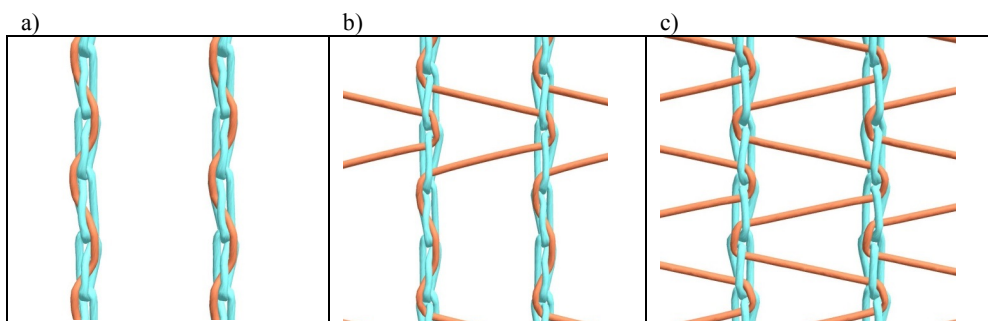
Średnica nitek wątku d_w oraz średnica nitek łańcuszka d_l są określone z następującej zależności:

$$d = k \cdot \sqrt{Tt}, \text{ mm} \quad (1)$$

gdzie: Tt – masa liniowa nitek, tex;

k – współczynnik empiryczny rzeczywistego przekroju poprzecznego nitek w dzianinie (np. dla przędz poliestrowych ciągłych $k = 0,03762$, dla przędz poliestrowych teksturowanych $k = 0,03557$).

Na rys. 4-5 przedstawione zostały trzy rodzaje splotów tła, jakie zostały zastosowane w badaniach dzianin dekoracyjnych żakardowych niniejszej pracy.



Rys. 4-5. Warianty splotów tła dzianiny żakardowej: a) pierwszy typ splotu, b) drugi typ splotu, c) markizeta

4.1. Parametry strukturalne według modelu budowy dzianiny kolumnienkowej żakardowej

W oparciu o model geometryczno-strukturalny dzianiny do analizy zostały wybrane istotne, a zarazem podstawowe, zależności określające parametry strukturalne dzianiny. Modelowanie parametrów strukturalnych dzianiny dekoracyjnej żakardowej zostało oparte na geometrycznym ujęciu przebiegu nitek splotu tła oraz konfiguracji nitki wzorującej. Głównymi wielkościami opisywanymi za pomocą modelu geometrycznego są masa powierzchniowa dzianiny oraz współczynnik zapelnienia powierzchniowego dzianiny.

4.1.1. Masa powierzchniowa dzianiny

Masa powierzchniowa dzianiny jest sumą mas splotów składowych dzianiny – splotów tworzących tło M_p splotu tła oraz splotu wzoru M_{pw} wlotu wzoru.

$$M_p \text{ dzianiny} = M_p \text{ splotu tła} + M_{pw} \text{ wlotu wzoru} \quad (2)$$

4.1.2. Współczynnik wypełnienia powierzchniowego dzianin Z_p

Współczynnik powierzchniowego wypełnienia dzianiny określany jest jako stosunek pola S_1 zajmowanego przez nitki splotu w ich rzucie na płaszczyznę dzianiny do pola powierzchni rozpatrywanej płaszczyzny S :

$$Z_p = \frac{S_1}{S} \cdot 100\% \quad (3)$$

Ponieważ rzuty wątku wzorującego w modelu dzianiny są zmienne, wielkość powierzchni S jest określona w granicach wysokości i szerokości raportu wzoru:

$$S = A \cdot B \cdot R_r \cdot R_k \quad (4)$$

gdzie: A – szerokość oczka, mm;

B – wysokość oczka, mm;

R_r – liczba rzadków w raporcie;

R_k – liczba kolumniek w raporcie.

Współczynnik Z_p jest sumą współczynników:

$$Z_p = Z_{tła} + Z_w \quad (5)$$

gdzie: $Z_{tła}$ – współczynnik powierzchniowego wypełnienia dzianiny nitkami splotu tła, %,

Z_w – współczynnik powierzchniowego wypełnienia nitkami wątku przechodzącymi między kolumnkami oczek splotu łańcuszka, %.

4.1.2.1. Wypełnienie powierzchniowe splotu tła

Ze względu na tworzenie splotu tła przez dwie przędze w trzech różnych konfiguracjach, w skład wypełnienia powierzchniowego splotu tła wchodzi wypełnienie powierzchniowe splotu łańcuszka oraz wypełnienie powierzchniowe wątku tła.

$$Z_{ptła} = Z_{pt} + Z_{pw tła} \quad (6)$$

4.1.2.2. Wypełnienie powierzchniowe splotu łańcuszka

Współczynnik wypełnienia nitkami łańcuszka Z_l jest wielkością stałą dla całego raportu splotu, określany jest wzorem:

$$Z_l = \frac{3d_l + d_{wtła}}{A} \cdot 100\% \quad (7)$$

gdzie: d_l – średnica nitki łańcuszka,

$d_{w\ tła}$ – średnica nitki wątku splotu tła.

Dla trzech rodzajów splotów tła występują różne wypełnienia nitki wzoru tła, która jest układana w powierzchni dzianiny w trzech konfiguracjach.

4.1.2.3. Wypełnienie powierzchniowe wątku wzorującego dzianiny żakardowej

Współczynnik wypełnienia nitkami wątku Z_w określają pola powierzchni zajmowane przez elementy wątku typu „2”, typu „3”, typu „4” oraz typu „5” ułożone pomiędzy oczkami splotu tła. Element typu 1 nie jest uwzględniany w obliczeniach, ponieważ przebieg wątku wzdłuż kolumnienki wpisuje się w pole powierzchni zajmowanej przez splot łańcuszka. Zatem powierzchnia wypełnienia nitkami wątku zależy od długości i poprzecznego rozmiaru nitek wątku między kolumnienkami splotu łańcuszka oraz pochylenia tych nitek między kolumnienkami oczek splotu łańcuszka w stosunku do linii poziomej:

$$Z_w = \frac{S'_{w2} + S'_{w3} + S'_{w4} + S'_{w5}}{R_r \cdot R_k \cdot B(A - 3d_r - d_w)} \cdot 100\% \quad (8)$$

gdzie: S'_{w2} i S'_{w3} – pole umiejscowienia nitek elementów strukturalnych „2” i „3” między kolumnienkami splotu łańcuszka.

S'_{w4} i S'_{w5} – pole umiejscowienia nitek elementów strukturalnych „4” i „5” między kolumnienkami splotu łańcuszka.

Pole projekcji S'_{w2} i S'_{w3} określają poniższe równania:

$$S'_{w2} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (2) l'_{w2} \cdot d_{w\ st.\ swob.} \quad (9)$$

$$S'_{w3} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (3) l'_{w3} \cdot 2 \cdot d_{w\ st.\ swob.} \quad (10)$$

$$S'_{w4} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (4) l'_{w2} \cdot d_{w\ st.\ swob.} \quad (11)$$

$$S'_{w5} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (5) l'_{w3} \cdot 2 \cdot d_{w\ st.\ swob.} \quad (12)$$

gdzie: l'_{w2} i l'_{w3} – długość nitek wątku między kolumnienkami splotu łańcuszka elementów strukturalnych „2” i „3”, mm,

$d_{w\ st.\ swob.}$ – średnica nitek wątku w stanie swobodnym, $d_{w\ st.\ swob.} = k_2 \cdot d_w$,

k_2 – współczynnik przekroju poprzecznego nitki w stanie swobodnym (np. dla przędzy poliestrowych teksturowanych $k_1 = 1,63$).

Długość nitek wątku l'_{w2} i l'_{w3} określa zależność:

$$l'_{w2} = \frac{A - 3d_t - d_w}{\cos Z_1} \quad (13)$$

$$l'_{w3} = \frac{A - 3d_t - d_w}{\cos Z_2} \quad (14)$$

gdzie: Z_1 i Z_2 – kąt nachylenia nitek wątku w stosunku do linii poziomej odpowiednio dla wątku typu 2 i wątku typu 3.

Łącząc powyższe zależności, wzór na wypełnienie powierzchniowe nitkami wątku ma następującą postać:

$$Z_w = \frac{d_{w \text{ st.svob.}} \cdot \left[\frac{1}{\cos Z_1} (\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m "2" + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m "4") + \frac{2}{\cos Z_2} (\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m "3" + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m "5") \right]}{R_r \cdot R_k \cdot B} 100\% \quad (15)$$

Połączenie wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego splotu tła oraz współczynnika wypełnienia powierzchniowego wątku wzorującego obrazuje całkowitą wartość powierzchni zajmowanej przez nitki, odnosząc ją do całkowitej powierzchni raportu wzoru.

4.2. Charakterystyka projektowania dzianin kolumnkowych żakardowych

Wspólną cechą zależności określających podstawowe parametry dzianiny jest to, iż w ich zapisie w raporcie splotu występują liczności stałych elementów strukturalnych ($\Sigma''1''$, $\Sigma''2''$, $\Sigma''3''$, $\Sigma''4''$, $\Sigma''5''$). Częstkowe sumy powtarzalnych elementów wątków wzorujących drugiego splotu składowego zależą od plastycznego projektu wzoru wyrobu [1]. Znaczy to, iż projekt wzoru dzianiny nie tylko określa estetyczne walory wyrobu, ale bezpośrednio odpowiada za wartości podstawowych cech strukturalnych dzianiny. Zasady projektowania dzianin żakardowych zostały szczegółowo opisane w pracy J. Szmyt [2].

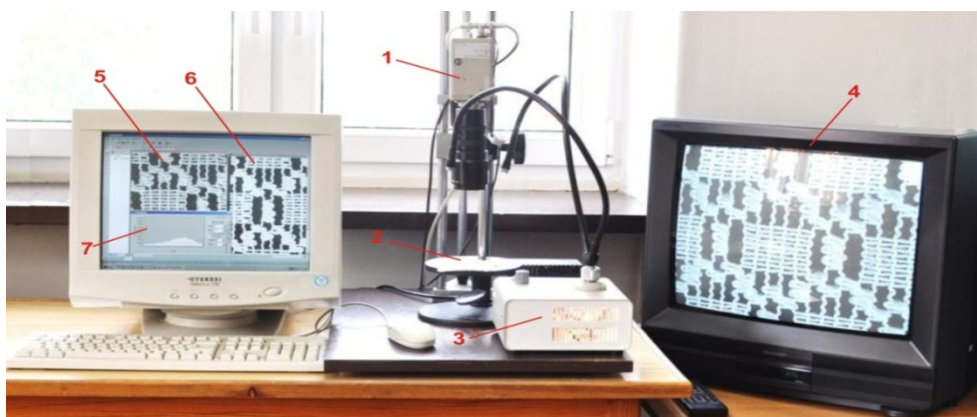
4.3. Wyznaczenie współczynnika wypełnienia powierzchniowego na podstawie modelu budowy dzianiny

W oparciu o model geometryczno-strukturalny dzianiny kolumnkowej żakardowej można wyznaczyć podstawowe zależności określające parametry strukturalne dzianiny. Na podstawie koncepcji projektowania (modelowania) parametrów dzianiny opracowano algorytm oraz program komputerowy o nazwie „DZIAKOL” [3]. Program ten służy do plastycznego i strukturalnego projektowania dzianin żakardowych dekoracyjnych.

Po wprowadzeniu raportu wzoru dzianiny o zadanych rozmiarach szerokości i wysokości w postaci trykolorowej kratkówki, gdzie każdy kolor odpowiada określonej konfiguracji i długości przebiegu nitki wzorującej w strukturze dzianiny (rys. 3.3-2), program identyfikuje poszczególne elementy raportu wzoru, przypisując im oznaczenia cyfrowe. Raport jest przekształcany na macierz liczbową, która jednoznacznie opisuje rozkład powierzchniowy elementów strukturalnych wątku wzorującego. Kolejny etap polega na wprowadzeniu do programu parametrów technologicznych (wejściowych) dzianiny, tj. typ maszyny, numer uiglenia maszyny, szerokość robocza określana liczbą igieł grzebienia igłowego i prędkość dziania. Wprowadzane są także istotne dane dotyczące elementów składowych dzianiny w postaci rodzaju (surowca oraz typu przędzy), masy liniowej nitek splotu tła oraz masy liniowej nitki wzorującej. Na podstawie powyższych wielkości, program dokonuje identyfikacji strukturalnej dzianiny. Wyznaczanych jest szereg parametrów budowy dzianiny żakardowej, takich jak: współczynnik zapełnienia powierzchniowego dzianiny, współczynnik zapełnienia wzorem, masa powierzchniowa lub masa metra bieżącego dzianiny.

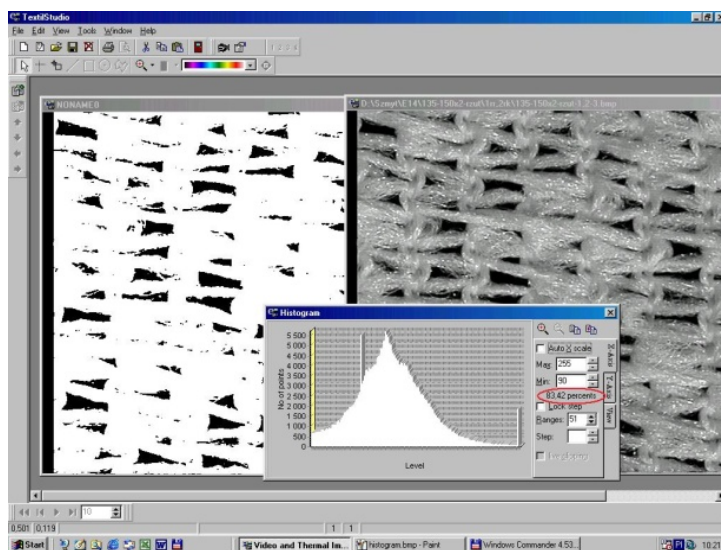
4.4. Współczynnik zapełnienia powierzchniowego na podstawie analizy obrazu dzianiny

Metoda optoelektroniczna pomiaru współczynnika zapełnienia powierzchniowego oparta jest na cyfrowej analizie obrazu w systemie 2D [5-6]. Służy w tym celu program komputerowy „TEXTIL STUDIO”. Został on opracowany przez pracowników Katedry Dziewiarstwa i Instytutu Elektroniki Politechniki Łódzkiej (rys. 4.4-1).



Rys. 4.4-1. Stanowisko pomiarowe cyfrowej techniki analizy obrazu, oznaczenia:
1 – kamera cyfrowa, 2 – próbka dzianiny, 3 – oświetlenie ze światłowodami, 4 – widok dzianiny na ekranie TV, 5 – fotografia dzianiny, 6 – obraz binarny dzianiny, 7 – funkcja histogramu [7]

Stanowisko pomiarowe służy zarówno do wykonania fotografii dzianiny, jak i wyznaczenia na jej podstawie wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego. Rejestrowany obraz dzianiny za pomocą kamery cyfrowej jest widoczny na ekranie telewizora. Uzyskany obraz jest rzeczywisty, następnie przekształca się go w obraz binarny powierzchni dzianiny. Służy do tego funkcja histogram (rys. 4.4-2).

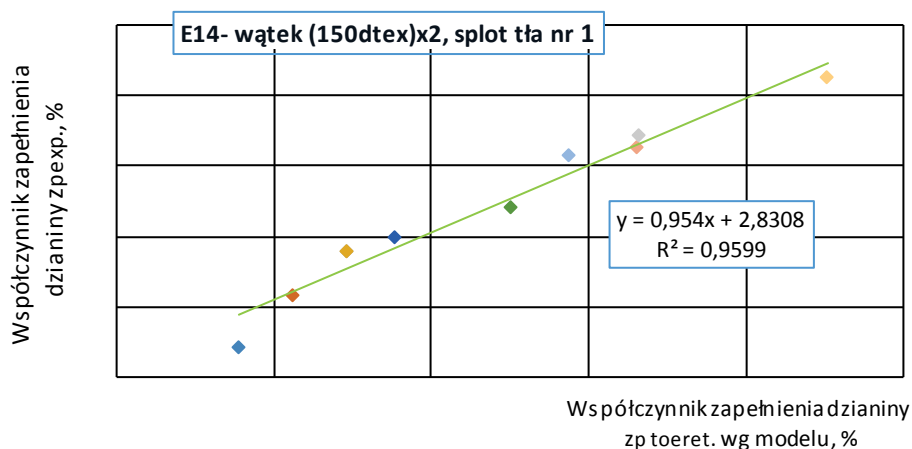


Rys. 5.3-5. Widok fotografii dzianiny (od prawej) obrazu binarnego (od lewej) oraz wyznaczony histogram

4.5. Weryfikacji modelu dzianiny kolumnkowej żakardowej

Weryfikacja modelu dzianiny kolumnkowej żakardowej stanowi podstawę modelowania wartości wypełnienia powierzchniowego na drodze projektowania dzianiny. Na podstawie modelu geometrycznego budowy dzianiny kolumnkowej żakardowej oraz wartości średnic nitek splotu tła i przędz wzorujących zostały obliczone wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego z_p teor. dla materiału badań pracy w postaci 142 dzianin żakardowych o zmiennych parametrach technologicznych. Wielkości te zostały zestawione z wartościami współczynnika wypełnienia powierzchniowego tych dzianin wyznaczonych na drodze fotooptycznej analizy obrazu cyfrowego dzianiny z_p exp. Obliczone zostały względne różnice ε_{zp} między wartościami współczynnika wypełnienia powierzchniowego w oparciu o model budowy dzianiny oraz fotooptyczną metodykę analizy obrazu. **Uzyskano średnią wartość względnej różnicy ε_{zp} wartości współczynników z_p teor. i z_p exp. równą 3,4%.**

Dla wszystkich wariantów dzianin uzyskano liniowe charakterystyki zależności współczynników wypełnienia powierzchniowego $z_{p \text{ teor.}}$ i $z_{p \text{ exp.}}$. Na przykład, na rys. 4.5-1 przedstawiono charakterystykę dla dzianin z wątkiem PES (150 dtex) x 2, uzyskano współczynnik korelacji liniowej równy 0,96.



Rys. 4.5-1. Zależność współczynników wypełnienia teoretycznego i eksperymentalnego dzianin z wątkiem (150 dtex) x 2 oraz pierwszym rodzajem splotu tła

Zobrazowanie kolejnych charakterystyk zależności $z_{p \text{ teor.}}$ i $z_{p \text{ exp.}}$ na podstawie współczynników korelacji zostało przedstawionych w tabeli 4.5-1.

Tabela 4.5-1. Parametry współzależności współczynników wypełnienia teoretycznego i eksperymentalnego dzianin z pierwszym rodzajem tła

Rodzaj wątku wzorującego dzianin PES	Równanie linii regresji liniowej zależności $z_{p \text{ exp}} = f(z_{p \text{ teor.}})$	Współczynnik korelacji R^2
Numer uiglenia maszyny E14		
(167dtex)x2	$y = 0,9911x - 0,9233$	0,985
334dtex kdk	$y = 0,9925x - 0,4466$	0,977
(150dtex)x2	$y = 0,954x + 2,8308$	0,96
Numer uiglenia maszyny E18		
(75detx)x2	$y = 0,9339x + 3,4751$	0,975
220dtex kdk	$y = 1,0655x - 5,4576$	0,947
(83detx)x2	$y = 1,2799x - 14,919$	0,949

Dla każdego rodzaju wątku wzorującego i danego wariantu splotu tła dla raportu wzoru dzianiny (projekt kratkówki wzoru), niezależnie od jego rozmiaru, następuje wyznaczenie wartości teoretycznej wypełnienia powierzchniowego dzianiny. W dalszym etapie, na podstawie zależności liniowej i równania regresji zależności $z_{p \text{ exp.}} = f(z_{p \text{ teor.}})$ wyznaczana jest wartość eksperymentalnego

współczynnika wypełnienia powierzchniowego dzianiny (podkreślając wysoki współczynnik korelacji zależności wartości współczynników).

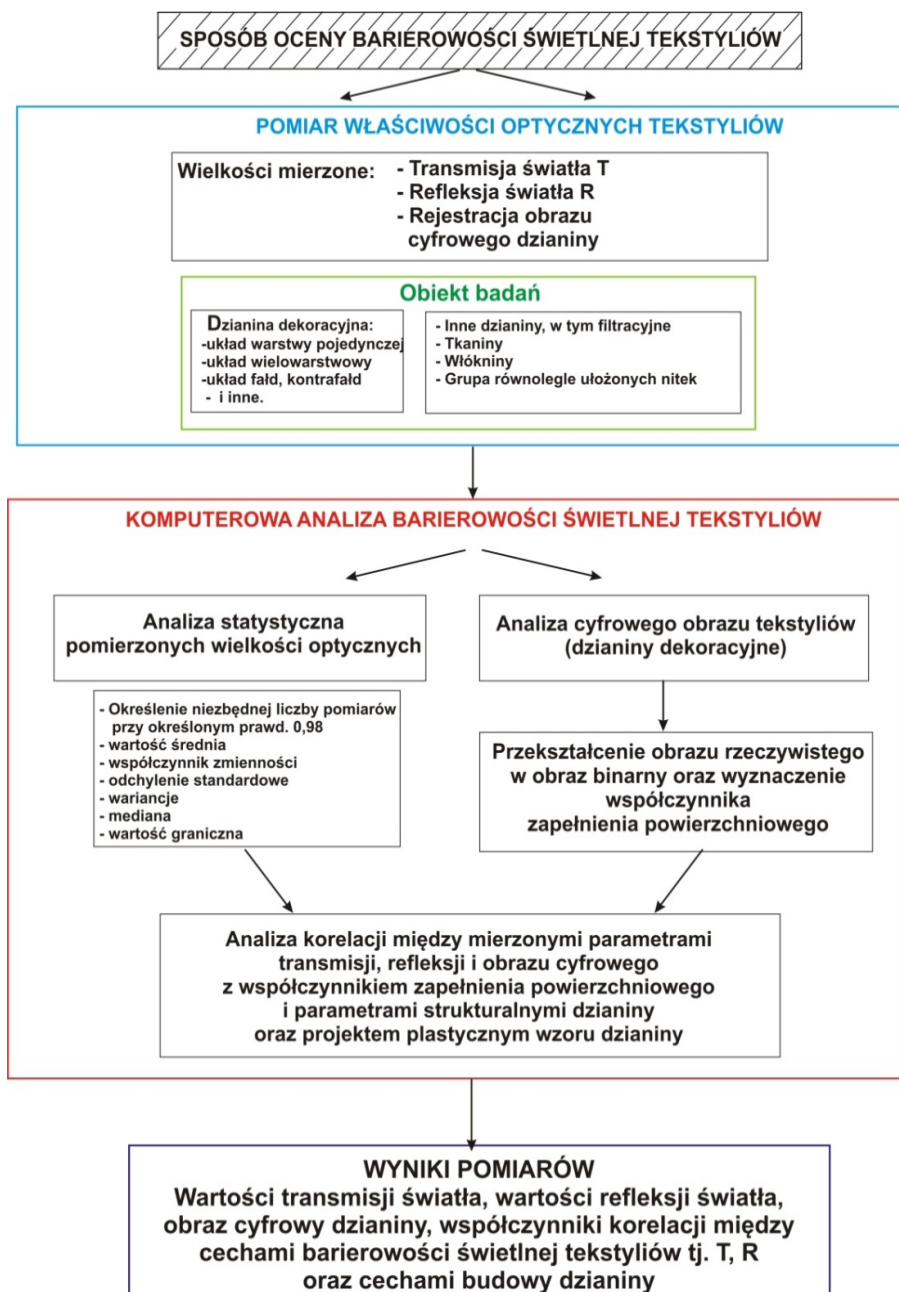
Charakterystyka w prosty i szybki sposób, bez weryfikacji fotooptycznej i rejestracji obrazu dzianiny, pozwala na określenie rzeczywistej wartości wypełnienia dzianiny na drodze projektu wzoru dzianiny żakardowej (bez ograniczenia wielkości jej raportu).

5. IDENTYFIKACJA BARIEROWOŚCI ŚWIETLNEJ ŻAKARDOWYCH DZIANIN DEKORACYJNYCH

5.1. Założenia do metodyki oceny barierowości świetlnej

Schemat metodyki został zobrazowany na rys. 5.1-1. Poniżej przedstawione są założenia metodyki badawczej służącej do ilościowej oceny barierowości świetlnej tekstyliów, w tym dzianin dekoracyjnych:

1. Metodyka służy do oceny własności barierowych tekstyliów na podstawie pomiaru transmisji światła, refleksji światła oraz rejestracji obrazu cyfrowego badanego materiału tekstylnego.
2. Przeznaczona jest do określania ww. wielkości tekstyliów ze szczególnym przeznaczeniem dla dzianin dekoracyjnych żakardowych wykonanych na maszynach raszlowych.
3. Metodyka wykorzystuje narzędzie badawcze w postaci stanowiska pomiarowego barierowości świetlnej tekstyliów.
4. Koncepcja pomiarowa opiera się na charakterystyce dwuparametrowej poprzez określenie własności optycznych struktur dzianin dekoracyjnych żakardowych z jednoczesnym wyznaczeniem wartości powierzchniowych, czyli współczynnika wypełnienia powierzchniowego.
5. Metodyka wykorzystuje komputerową analizę barierowości świetlnej tekstyliów złożoną z analizy statystycznej mierzonych wielkości optycznych oraz analizy cyfrowego obrazu dzianiny.
6. Analiza statystyczna obejmuje określenie niezbędnych charakterystyk statystycznych wartości optycznych (przy założonym prawdopodobieństwie na poziomie 0,98) w tym wartości średniej, odchylenia standardowego, współczynnika zmienności, wariancji, mediany oraz wykresu histogramu częstości mierzonych parametrów.
7. Analiza cyfrowa oparta jest na przekształceniu obrazu rzeczywistego w binarny oraz wyznaczeniu wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego.
8. Metodyka badawcza w końcowym etapie służy do identyfikacji związku między parametrami optycznymi i strukturalnymi na podstawie analizy korelacji.
9. Wyniki pomiaru przedstawiane są w postaci wartości transmisji i refleksji światła, jak również obrazu cyfrowego analizowanej dzianiny i współczynników korelacji.



Rys. 5.1-1. Schemat metodyki oceny barierowości świetlnej tekstyliów [68]

5.2. Stanowisko do pomiaru i analizy barierowości świetlnej tekstyliów typu on-line

Nawiązując do przeglądu znanych urządzeń badawczych cech optycznych wyrobów, należy podkreślić, iż zaprojektowany układ pomiarowy do określania barierowości świetlnej tekstyliów, w tym dzianin dekoracyjnych charakteryzuje się wieloma cechami, które są wykorzystywane w dostępnych rozwiązaniach badawczych. Są to m.in. takie parametry, jak zastosowanie układu zamkniętego, odległość powierzchni pomiarowej i źródła światła równa 200 mm, czy pomiar natężenia światła za pomocą czujnika umieszczonego w tunelu osłonowym.

Zaprojektowany sposób pomiaru transmisji i refleksji światła w warunkach oświetlenia dziennego w różnych miesiącach roku i porach dnia dla struktur tekstylnych, w tym dzianin dekoracyjnych, stanowi nowe i oryginalne rozwiązanie służące ocenie zdolności barierowych materiałów tekstylnych pod kątem analizy wielu cech ich budowy. Jest nowoczesnym i autorskim urządzeniem badawczym wyposażonym w dwa integralne elementy, w tym: urządzenie pomiarowe wielkości optycznych i rejestracji obrazu cyfrowego wyrobu oraz algorytm analizy barierowości świetlnej w komputerowej korelacji parametrów transmisji i refleksji światła z parametrami budowy dzianiny.

Opracowana metodyka badawcza oparta jest na budowie nowego i innowacyjnego stanowiska pomiarowego. Poniżej są przedstawione założenia do projektu i konstrukcji stanowiska pomiarowego barierowości świetlnej tekstyliów:

1. Stanowisko badawcze typu on-line służy do pomiaru i analizy barierowości świetlnej tekstyliów.
2. Stanowisko zbudowane jest w postaci prostopadłościennego tunelu o wewnętrznych wymiarach równych 140 mm x 140 mm x 400 mm (powierzchnia badań równa jest 196 cm²).
3. Tunel pomiarowy zawiera źródło światła, ramkę do mocowania próbki oraz elementy pomiarowe w postaci czujników natężenia światła. Posiada także możliwość rejestracji obrazu cyfrowego badanego materiału poprzez wymianę części tunelu za próbką.
4. Stanowisko służy do wyznaczenia wartości natężenia światła przechodzącego przez struktury tekstylne, natężenia światła odbitego od ich powierzchni oraz rejestracji obrazu cyfrowego badanego materiału. Podczas cyklu pomiarowego pomiary wielkości optycznych określone są jednocześnie.
5. Czujniki wyznaczające natężenie światła odbitego od powierzchni badanego materiału umieszczone są w powierzchni źródła światła. W tylnej ścianie tunelu znajdują się czujniki natężenia światła przechodzącego.

6. Postać tunelu stanowiska odzwierciedla warunki obserwacji wyrobów dekoracyjnych umieszczanych w świetle okna. Pośrodku tunelu znajduje się ramka do mocowania próbki (wyrób dekoracyjny), która jest w odległości 200 mm zarówno od powierzchni źródła światła oraz zespołu czujników natężenia światła przechodzącego. Pierwszy dystans określa średnią odległość występującą między szybą okienną i powierzchnią wyrobu dekoracyjnego, drugi dystans cechuje miejsce obserwatora oceniającego własności barierowe wewnątrz pomieszczenia.
7. Źródłem światła jest płaska powierzchnia świetlna złożona z kilkuset diod w postaci matrycy diodowej równomiernie oświetlająca powierzchnię badanego materiału.
8. Charakterystyka widmowa źródła światła jest zbliżona do rozkładu widma światła dziennego.
9. Natężenie emitowanego światła występuje na poziomie rzeczywistych natężeń promieniowania słonecznego w Polsce oraz istnieje możliwość jego regulacji względem natężeń światła dla różnych pór roku i dnia.
10. Stanowisko zapewnia stabilne warunki oświetlenia.
11. Przedmiotem badań mogą być dzianiny, tkaniny, włókniny w różnej konfiguracji ułożenia (układ pojedynczy, wielowarstwowy, układ fałd) oraz grupa równoległe ułożonych nitek w stałej odległościach np. 1 mm i 2 mm.
12. Stanowisko badawcze zawiera interfejs analogowo-cyfrowy, służący do rejestracji wartości mierzonych parametrów.
13. Stanowisko wykorzystuje algorytm analizy wielkości pomiarowych (transmisji światła, refleksji światła, obrazu cyfrowego próbki) z wykorzystaniem programów komputerowych służących do analizy statystycznej wielkości optycznych, analizy strukturalnej obrazu cyfrowego i wyznaczenia wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego badanego materiału.
14. Wyniki końcowe otrzymywane są w postaci wielkości mierzonych transmisji, refleksji światła i obrazu cyfrowego dzianiny oraz wartości współczynników korelacji między transmisją, refleksją i współczynnikiem wypełnienia powierzchniowego.

5.3. Projekt i budowa stanowiska do pomiaru barierowości świetlnej tekstyliów

Projekt urządzenia pomiarowego przedstawiony jest na rysunku 5.3-1. Ma ono postać prostopadłościennego tunelu usytuowanego poziomo o wymiarach wewnętrznych 140 mm x 140 mm x 400 mm. Wnętrze tunelu posiada czarne matowe ściany. Stanowi to ochronę przed niepożądanym odbiciem światła

od powierzchni bocznych tunelu podczas pomiarów wielkości optycznych. Koncepcja rozwiązania stanowiska pomiarowego była konsultowana w Zakładzie Optyki Instytutu Elektrotechniki Politechniki Łódzkiej, została potwierdzona słuszność proponowanego projektu.

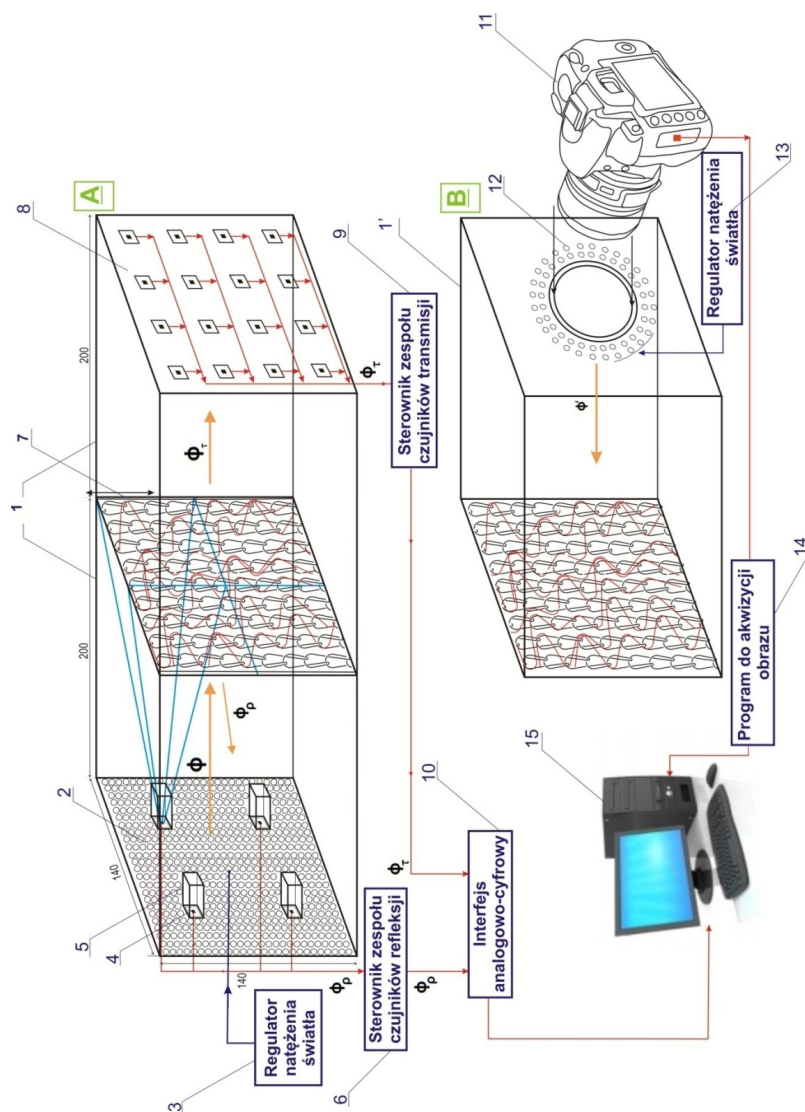
Stanowisko pomiarowe posiada dwie formy budowy, część A i część B. Pierwsza stanowi podstawową konstrukcję służącą do wyznaczenia wielkości optycznych badanego materiału. Druga część, zgodnie z dwuparametrową koncepcją badań, służy do wykonywania fotografii materiału badań. Powstaje przez wymianę części tunelu pomiarowego za ramką z próbką. Część pomiarowa zamieniana jest na część akwizycyjną.

Tunel (1) zawiera trzy podstawowe elementy służące do określania barierowości świetlnej wyrobów włókienniczych: źródło światła, ramkę do umieszczania próbki oraz czujniki wyznaczające wartości światła przechodzącego przez próbkę i wartości światła odbitego od powierzchni próbki.

Budowa tunelu została odniesiona do warunków obserwacji cech barierowych wyrobów dekoracyjnych zawieszanych w świetle okna w pomieszczeniu mieszkalnym. Odległości między powierzchnią próbki, źródłem światła i czujnikami pomiarowymi są stałe i wynoszą 200 mm. Odzwierciedlają one dystans zarówno między powierzchnią firanki i szybą okienną jako źródła światła, jak i miejscem obserwatora barierowości dzianiny w warunkach rzeczywistych.

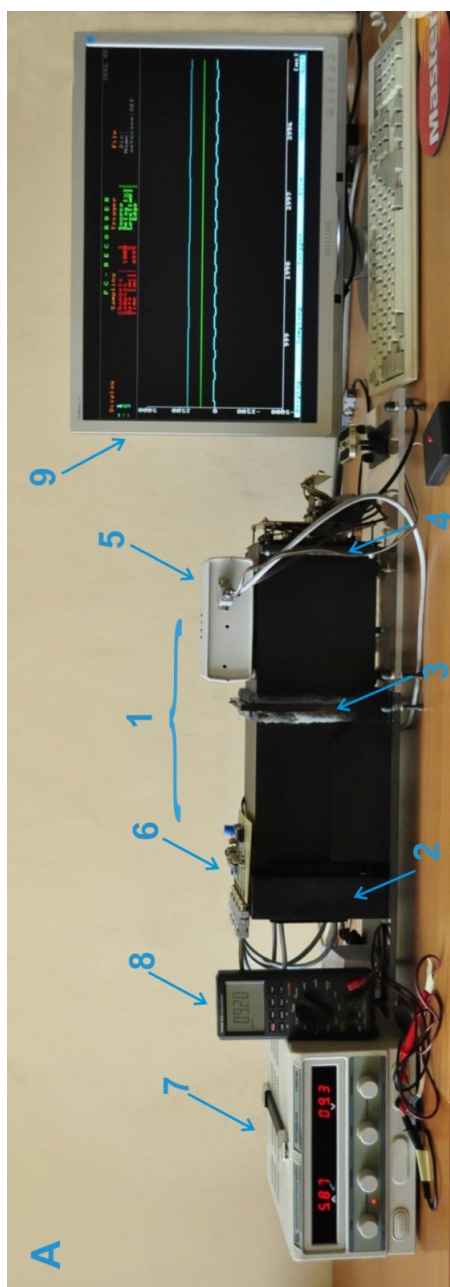
Z lewej strony próbki znajduje się źródło światła w postaci usytuowanej pionowo matrycy diod LED (2) stanowiącej jedną ze ścian zamykających tunel. Matryca tworzy płaszczyznę świetlną. Poziom natężenia emitowanego światła jest dostosowywany do rzeczywistych warunków promieniowania słonecznego w różnych porach roku i dnia w Europie. Połączony z matrycą miernik natężenia prądu zasilającego pełni funkcję regulatora (3) natężenia światła emitowanego. W powierzchni matrycy umieszczone są także cztery czujniki (4) odbierające światło odbite od powierzchni materiału badań. Sensory te są osłonięte od światła matrycy za pomocą małych tuneli (5). Czujniki refleksji światła są sterowane za pomocą sterownika (6).

W połowie długości tunelu pomiarowego jest usytuowana pionowo ramka do mocowania próbki (7), służąca do umieszczania materiału badań w postaci dzianiny, tkaniny lub przędzy. W usytuowanej pionowo ścianie zamykającej tunel z prawej strony znajduje się zespół czujników światła przechodzącego przez próbkę (8). Sterownik grupy czujników (9) jest połączony z przetwornikiem analogowo-cyfrowym (10) oraz z komputerem (15). Sterownik czujników światła odbitego (4) jest również połączony z przetwornikiem analogowo-cyfrowym i komputerem.



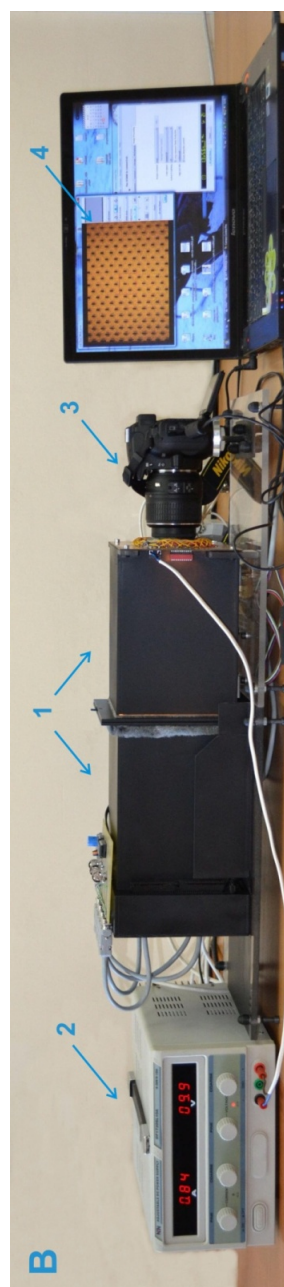
Rys. 5.3-1. Schemat ideowy stanowiska pomiarowego do badań barierowości świetlnej żakardowych dzianin dekoracyjnych [68]

Oznaczenia do projektu stanowiska pomiarowego z rys. 5.3-1: 1 – tunel pomiarowy, 2 – źródło światła w postaci matrycy diodowej, 3 – regulator natężenia światła emitowanego przez matrycę diodową, 4 – jeden z czterech czujników rejestracji natężenia światła odbitego od dzianiny, 5 – tunel (osłonowy) wokół czujnika światła odbitego, 6 – sterownik zespołu czujników refleksji, 7 – ramka z próbką, 8 – zespół czujników rejestracji natężenia światła przechodzącego przez dzianinę, 9 – sterownik zespołu czujników transmisji, 10 – interfejs analogowo – cyfrowy, 11 – tunel (wymieniny) do rejestracji obrazu próbki dzianiny, 12 – aparat fotograficzny, 13 – regulator natężenia oświetlenia próbki, 14 – program do akwizycji obrazu, 15 – komputer; A – etap pomiaru własności optycznych; B – etap rejestracji i zapisu obrazu badanej dzianiny; ϕ – strumień świetlny padający, ϕ_p – strumień świetlny odbity od powierzchni dzianiny, ϕ_r – strumień świetlny przepuszczony przez strukturę dzianiny, ϕ' – strumień świetlny oświetlający powierzchnię dzianiny podczas



Rys. 5.3-2. Fotografia stanowiska badawczego do określania barierowości świetlnej tekstyliów

1 – tunel pomiarowy, 2 – źródło światła, 3 – ramka pomiarowa, 4 – zespół czujników transmisji światła, 5 – sterownik pracy czujników transmisji, 6 – sterownik pracy czujników refleksji, 7 – zasilacz pełniący funkcję regulatora natężenia źródła światła, 8 – mierzący dokładnych wartości napięcia prądu zasilania matrycy, 9 – monitor komputera z wykresem wartości mierzonych [68]



Rys. 5.3-3. Fotografia stanowiska pomiarowego podczas wykonywania fotografii materiału badań

1 – tunel pomiarowy z okęgami świetlnymi, 2 – regulator natężenia okęgów, 3 – aparat cyfrowy, 4 – komputer z programem do akwizycji obrazu i jego rejestracji [68]

Aby sprostac celowi badan, czyli powiazaniu wlasnosci swietlnych dzianin dekoracyjnych zakardowych z ich analiza strukturalna tunel posiada druga forme budowy sluzaca do rejestracji obrazu cyfrowego badanego materialu. Stanowisko to (1') powstaje przez wymienna czesc tunelu pomiarowego usytuowanego za probka. Wymiary tego elementu sa stale. Tunel z jednej strony jest zamkniety usytuowana pionowo badana probka, za w drugiej, tylnej scianie zamykajacej tunel, zamocowany jest obiektyw kamery cyfrowej (11). Wokol niego wewnatrz tunelu znajduje sie okrag diod (12) oswietlajacych powierzchnie materialu badan podczas wykonywania fotografii. Natenczenie oswietlenia jest sterowane za pomoca regulatora (13). Rejestracja obrazu probki i jego zapis sa uzyskiwane z poziomu programu komputerowego (14).

Na rys. 5.3-2 przedstawiona jest realizacja budowy stanowiska do pomiaru parametrów optycznych tekstyliów. Na rys. 5.3-3 przedstawiona jest realizacja budowy stanowiska badawczego podczas wykonywania fotografii materialu badan.

5.3.2. Algorytm analizy parametrów barierowości świetlnej tekstyliów

Po uzyskaniu wartości wielkości mierzonych parametrów w postaci natężenia światła przechodzącego i odbitego oraz obrazów cyfrowych próbek kolejnym krokiem jest analiza wyników pomiarów. Algorytm analizy wielkości mierzonych zawiera programy komputerowe służące do analizy statystycznej wielkości optycznych oraz analizy strukturalnej obrazu cyfrowego. Za pośrednictwem interfejsu analogowo-cyfrowego następuje wczytanie parametrów pomiarowych do programów komputerowych.

Algorytm analizy parametrów pomiarowych w ocenie statystycznej wykorzystuje program komputerowy rozkładu badanej cechy optycznej. Wyznaczane są charakterystyki statystyczne wielkości optycznych w jednostce sygnałów szczytowych z czujników w mV. Wartości średnie obu wielkości optycznych dla danego wariantu dzianiny wyrażane są w jednostce natężenia światła w luksach. Przeliczenie dokonywane jest na podstawie zależności uzyskanych wartości natężenia światła i sygnałów z czujników dla tych samych warunków emisji promieniowania świetlnego matrycy diodowej.

Przeprowadzana jest ocena strukturalna obrazu cyfrowego prowadząca do określenia rzeczywistej wartości współczynnika zapelnienia powierzchniowego dzianiny.

W dalszym etapie algorytmu wartość parametru strukturalnego wraz z wprowadzonymi uprzednio pomierzonymi wartościami natężenia światła przechodzącego i odbitego od badanej próbki w module programowym zostają poddane analizie korelacji. Opracowanie statystyczne wyników pomiarów przeprowadzane jest w środowisku komputerowych programów matematycznych analiz statystycznych. Wyznaczone zostają wartości współczynnika korelacji liniowej między badanymi cechami, określone zostaje równanie linii regresji oraz wartość kwadratu współczynnika korelacji. W rezultacie otrzymywany jest

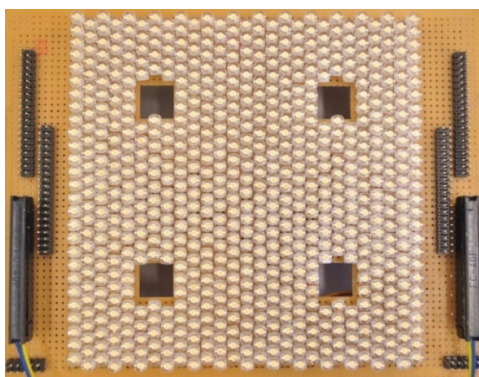
wykres zależności natężenia światła przepuszczanego i odbijanego od próbki w funkcji wypełnienia powierzchniowego, które określone jest budową strukturalną materiału tekstylnego.

Wyniki końcowe otrzymywane są w postaci wartości transmisji, refleksji światła, współczynnika wypełnienia powierzchniowego oraz wartości współczynników korelacji między tymi wielkościami.

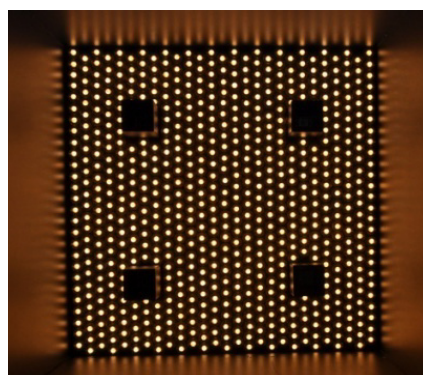
5.4. Charakterystyka budowy stanowiska pomiarowego

5.4.1. Źródło światła

Przednią ścianę tunelu stanowi źródło światła. Jest nim płaszczyzna świetlna o wymiarach 140 x 140 mm. Tworzy ją matryca świetlna złożona z 689 diod. Konstrukcja matrycy zapewnia równomierne oświetlenie całej powierzchni materiału badań. Na rysunkach 5.4-1 i 5.4-2 przedstawione są odpowiednio fotografie budowy matrycy i jej widok w tunelu. Spełnienie założenia charakterystyki źródła światła odpowiadającego warunkom oświetlenia dziennego zostało sprawdzone poprzez badanie widma diody oraz widma światła dziennego. Wykresy zostały wykonane za pomocą specjalnego urządzenia spektrometru (Spektrophotometer High Resolution Ocean Optic Inc.) w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy w Łodzi.



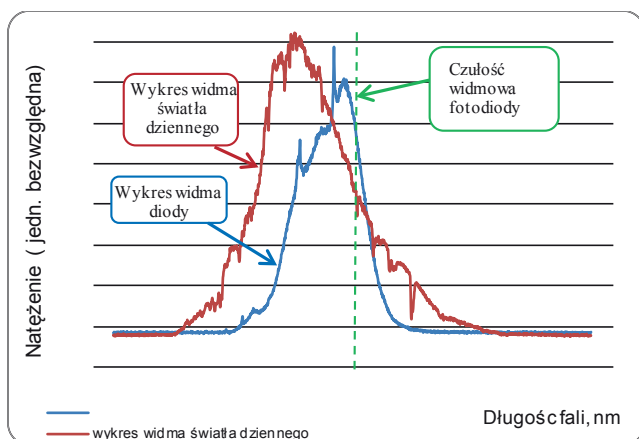
Rys. 5.4-1. Fotografia matrycy diodowej



Rys. 5.4-2. Fotografia wnętrza tunelu z matrycą diodową

Charakterystyka widmowa diody oraz widma światła dziennego przedstawiona jest na rys. 5.4-3. Charakterystyka rozkładu widma diody jest zbliżona do rozkładu widma światła dziennego

Pewne cechy diod LED m.in. niskie napięcie zasilania, możliwości tworzenia wielodiodowego źródła światła oraz uzyskanie odmiennych konstrukcji systemów diodowych z różnego typu mocowaniami, pozwoliły na skonstruowanie oryginalnej płaszczyzny świetlnej.

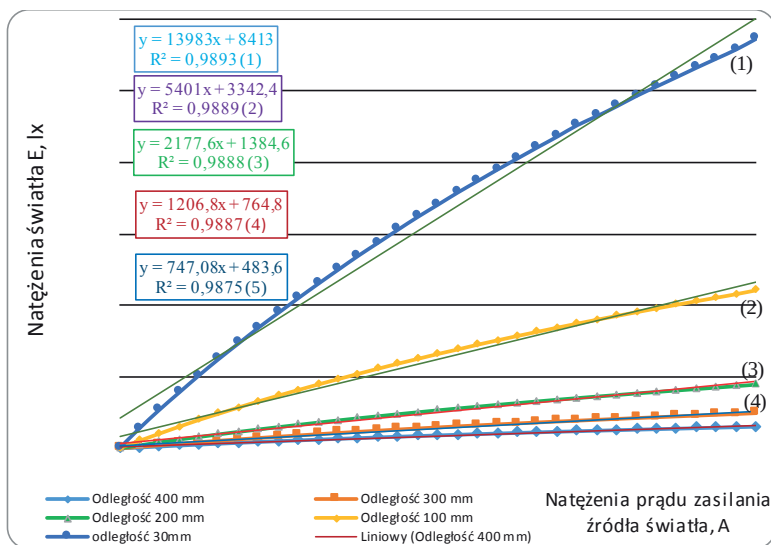


Rys. 5.4-3. Charakterystyka widmowa diody i światła dziennego

5.4.3. Pomiary warunków oświetlenia wewnątrz tunelu pomiarowego

Budowa tunelu oraz izolacja od warunków zewnętrznych powodowała stałe warunki oświetlenia wewnątrz tunelu pomiarowego. Celem badań było określenie wartości natężenia światła wewnątrz tunelu w zależności od natężenia zasilania matrycy diodowej generującego emisję promieniowania świetlnego oraz odległości od jej powierzchni.

Zestawienie wyników pomiarów natężenia światła dla pięciu punktów pomiarowych zostało zobrazowane na wykresie (rys. 5.4-4).



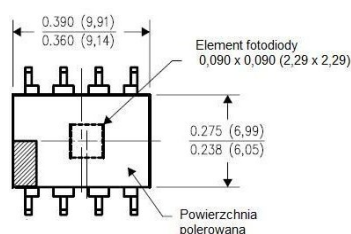
Rys. 5.4-4. Wykres zależności natężenia światła matrycy diodowej od natężenia prądu jej zasilania wyznaczone w odległościach 30, 100, 200, 300 i 400 mm od powierzchni matrycy [68]

Niezależnie od odległości sondy pomiarowej od źródła światła występuje bliska zależność liniowa między natężeniem emitowanego światła matrycy diodowej a natężeniem prądu jej zasilania. Krzywe zostały przybliżone funkcjami liniowymi. Współczynniki pochylenia krzywych zależą od odległości, wraz ze wzrostem odległości od powierzchni źródła występuje większe pochylenie krzywej względem osi OX. Wszystkie krzywe posiadają wysoki stopień korelacji ze współczynnikiem R^2 bliskim jedności.

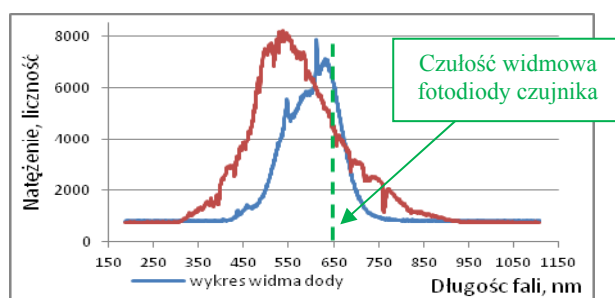
Rozkład wyników w kontekście odległości pomiarowej od źródła światła wskazuje, iż występuje zmniejszenie natężenie światła wraz ze wzrostem odległości od powierzchni źródła światła.

5.4.4. Charakterystyka czujnika natężenia światła

Elementem pomiarowym zastosowanym do określania transmisji i refleksji światła dzianin dekoracyjnych był czujnik w postaci fotodiody. Jego zasada działania polegała na charakterystyce liniowej zależności generowanego napięcia w funkcji natężenia światła padającego. Budowa przetwornika wraz z wymiarami została przedstawiona na rys. 5.4-5. Elementem fotoczułym konstrukcji elementu czujnika była fotodioda w postaci kwadratu o powierzchni 2,29 mm x 2,29 mm. Czułość pracy fotodiody była zależna od kąta padania światła. Powierzchnie czujnika i badanego materiału były równoległe, światło padało prostopadłe na powierzchnię próbki, jak również światło padało prostopadłe na powierzchnię czujnika. Zestawiając rozkład widmowy źródła światła stanowiska pomiarowego, wyznaczony eksperymentalnie, względem czułości spektralnej czujnika (rys. 5.4-6), zostały zauważone zbliżone parametry pracy tych elementów. Występowało bliskie dopasowanie spektralne emisji i odbioru sygnału świetlnego.



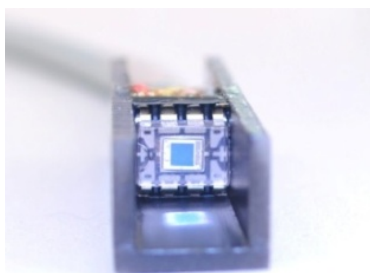
Rys. 5.4-5. Budowa czujnika, wymiary w calach (wymiar w mm)



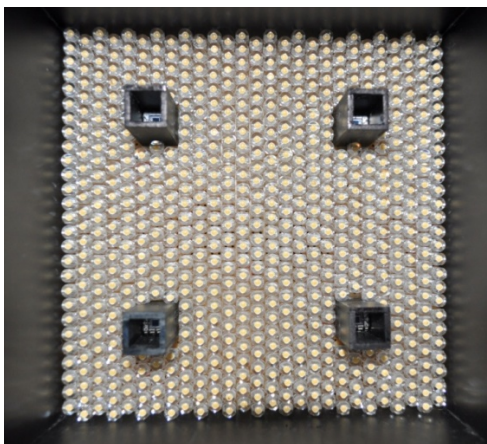
Rys. 5.4-6. Wykres widmowego rozkładu diody i światła dziennego zestawiony z czułością optyczną czujnika

5.4.5. Zespół czujników do pomiaru refleksji (odbicia) światła od powierzchni dzianiny

Zgodnie z przyjętą koncepcją badań, w celu określenia dwuparametrowych własności optycznych struktur dzianin podczas jednego pomiaru, czujniki służące do wyznaczenia wartości światła odbitego od dzianin dekoracyjnych żakardowych zostały umieszczone w powierzchni źródła światła. Były nimi detektory promieniowania świetlnego w postaci fotodiod. Każdy czujnik został usytuowany w osłonie w formie tunelu w celu wyeliminowania światła padającego ze źródła (rys. 5.4-7). Sposób umieszczenia czujnika w matrycy diodowej został przedstawiony na rys. 5.4-8. Każdy czujnik został umieszczony w centrum jednej czwartej powierzchni matrycy diodowej.



Rys. 5.4-7. Widok czujnika w jego osłonie



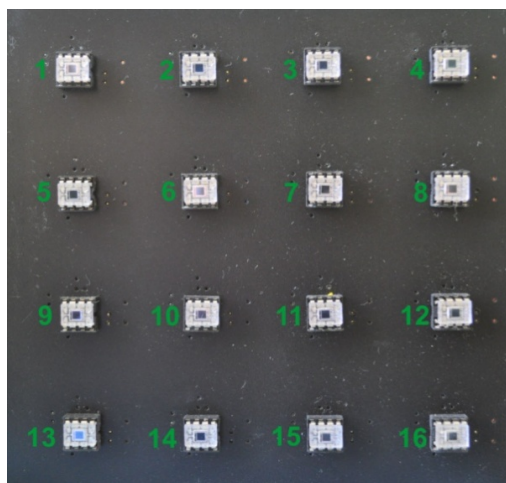
Rys. 5.4-8. Fotografia matrycy diodowej z czterema czujnikami refleksji światła w osłonach

Płaszczyzna czynna fotodiody – kwadrat o boku 2,29 mm odbierała światło odbite tylko od jednej czwartej powierzchni badanego materiału. Wartość natężenia światła odbitego od całej powierzchni dzianiny była przedstawiana w postaci wartości średniej sygnałów z czterech czujników.

5.4.6. Zespół czujników do pomiaru transmisji światła

Zespół czujników służących do wyznaczenia wartości natężenia światła przechodzącego przez struktury żakardowe był trzecim zasadniczym elementem składowym tunelu pomiarowego. Zespół ten tworzył tylną ścianę tunelu. Złożony był z szesnastu czujników (fotodiod) umieszczonych na powierzchni 140 mm x 140 mm (rys. 5.4-9). Generowały one wartości napięcia prądu (w mV) w funkcji natężenia światła odbieranego we wnętrzu tunelu. Liczba czujników

i równomierne rozmieszczenie zapewniało uzyskanie płaszczyzny pomiarowej. Rozkład sygnałów z poszczególnych czujników, a także wartość średnia wyznaczały transmisję światła przechodzącego przez strukturę dzianiny dekoracyjnej. Zespół czujników pracował w ustalonym algorytmie. Czujniki odbierały sygnały, były przełączane jeden po drugim, począwszy od pierwszego do szesnastego, ponownie załączany był pierwszy. Algorytm pracy czujników posiadał możliwość programowania przez zmianę długości pracy czujnika, czyli czasu odbioru sygnału świetlnego, czasu pracy całego zespołu oraz wielokrotności pomiarowej w postaci liczby cykli odbioru sygnałów całego zespołu czujników.

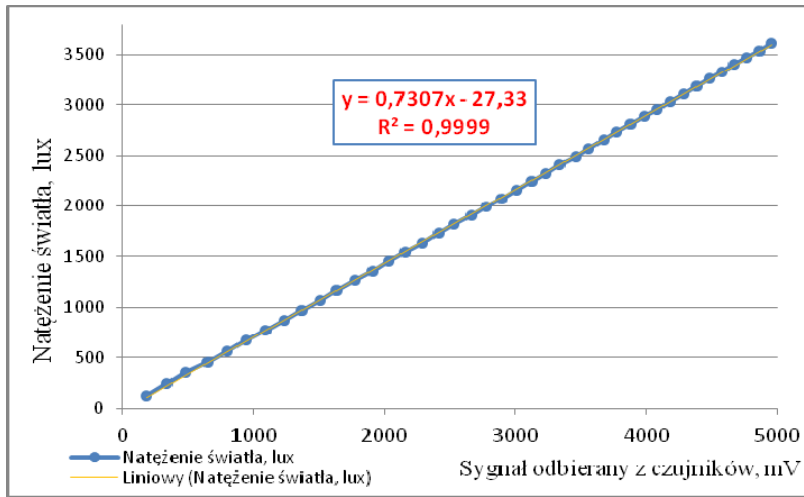


Rys. 5.4-9. Fotografia zespołu czujników transmisji światła z ich numeracją

5.4.7. Kalibracja sygnałów z czujników transmisji i refleksji światła

Dokonano przeliczenia sygnałów czujników transmisji i refleksji światła wyrażonych w miliwoltach na wartości natężenia światła wyrażonych w jednostce natężenia sygnału świetlnego, w luksach. Posłużyło to do wyrażenia wszystkich wartości transmisji światła jak i refleksji światła w jednostce natężenia światła.

Kalibracja została dokonana przez pomiary wartości fizycznych czujników transmisji w mV uzyskanych dla wartości natężenia zasilania matrycy diodowej w zakresie od 0,1 A do 4 A wyznaczone co 0,1 A. Następnie dla tych samych warunków wejściowych w środkowym położeniu powierzchni czujników została umieszczona sonda luksomierza w celu wyznaczenia wartości natężenia światła w luksach. Kalibracja pomierzonych wartości transmisji światła w dwóch jednostkach została zaprezentowana na rys. 5.4-10.



Rys. 5.4-10. Wykres liniowej zależności między wartościami natężenia światła odbieranego czujniki transmisji światła i luksomierz

Uzyskana charakterystyka posiada liniową zależność z wartością współczynnika korelacji R^2 bliską jedności. Fizyczne wielkości pomiarowe uzyskane z czujników były przeliczane na wartości natężenia światła wyrażone w luksach na podstawie funkcji $y = 0,7307x - 27,33$.

Wyrażenie wartości natężeń światła przechodzącego i odbitego w procentach. Przeliczone wartości natężenia światła przechodzącego i odbitego dzianin zostały także wyrażone w procentach. Zostało to dokonane na podstawie wyrażen (16) i (17):

$$T' = \frac{E_1}{E_{0T}} \cdot 100, \% \quad (16)$$

gdzie: T' – współczynnik transmisji światła, %,

E_1 – natężenie światła przechodzącego przez próbkę, lx,

E_{0T} – natężenie światła bez próbki, lx.

$$R' = \frac{E_2}{E_{0R}} \cdot 100, \% \quad (17)$$

gdzie: R' – współczynnik refleksji światła, %,

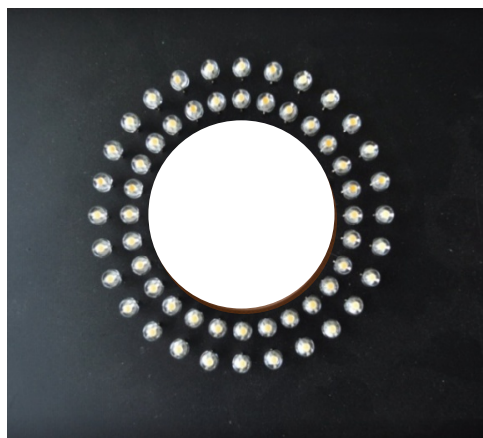
E_2 – natężenie światła odbitego od powierzchni próbki, lx,

E_{0R} – natężenie światła na powierzchni próbki, lx.

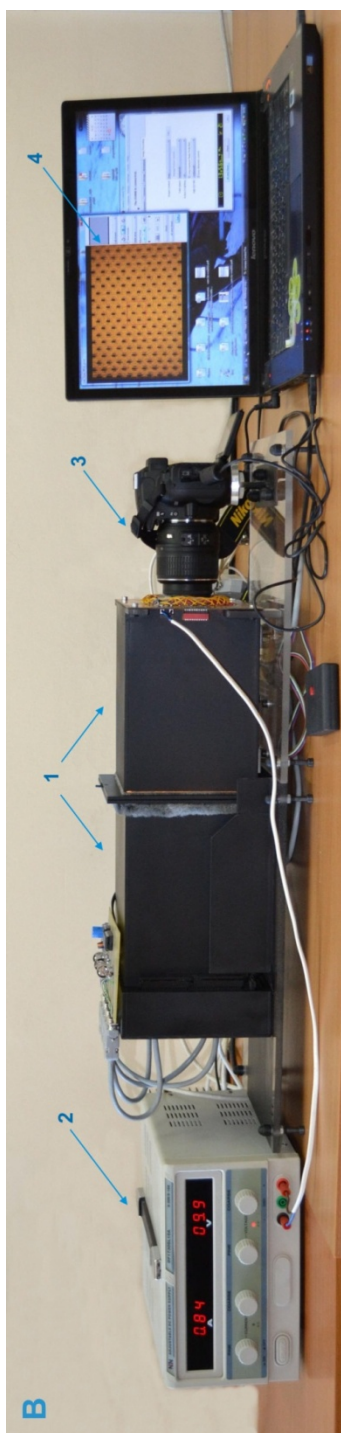
5.4.8. Rejestracja cyfrowego obrazu próbki dzianiny dekoracyjnej

Zgodnie z przedstawioną metodyką pomiaru i koncepcją budowy stanowiska badawczego, po określeniu parametrów optycznych badanych struktur przeprowadzana zostaje rejestracja obrazu badanego wyrobu. Proces ten był realizowany w drugim wariantcie budowy stanowiska pomiarowego, w wariantcie B przez wymianę części tunelu z czujnikami transmisji na tunel służący oświetleniu próbki. Zachowana została odległość 200 mm między płaszczyzną obiektywu aparatu fotograficznego a powierzchnią dzianiny w ramce pomiarowej.

Na środku tylnej ściany tunelu w otworze o średnicy 60 mm był przytwierdzony aparat cyfrowy. Wewnątrz tunelu wokół otworu zostały usytuowane dwa okręgi świetlne złożone z diod (typ diod matrycy) oświetlające dzianinę podczas wykonywania jej fotografii. Posiadało możliwość regulacji natężenia światła. Na rys. 5.4-11 przedstawiono fotografię okręgów świetlnych. Aparat cyfrowy posiadał możliwość wymiany obiektywu dla uzyskiwania różnych parametrów akwizycji obrazu i fotografii. Parametry obrazu cyfrowego z aparatu były sterowane z poziomu programu komputerowego Camera Control Pro 2 poprzez możliwość przybliżania, oddalanie widoku próbki, a także wykonania samej fotografii i jej zapisu (rys. 5.4-12 i rys. 5.4-13).

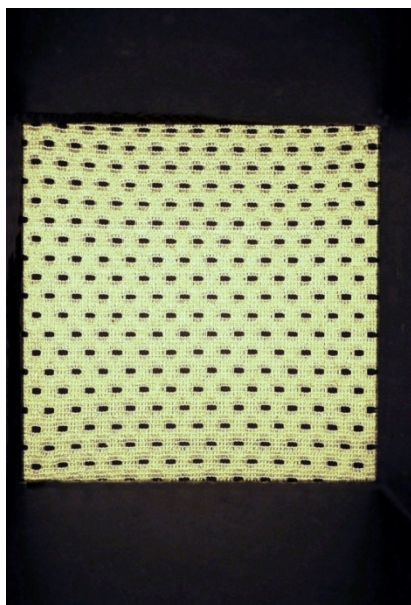


Rys. 5.4-11. Fotografia okręgów diodowych



Rys. 5.4-12. Fotografia stanowiska pomiarowego podczas wykonywania fotografii materiału badań:

1 – tunel pomiarowy, 2 – zasilacz okręgów świetlnych, 3 – aparat cyfrowy, 4 – komputer z programem akwizycji obrazu

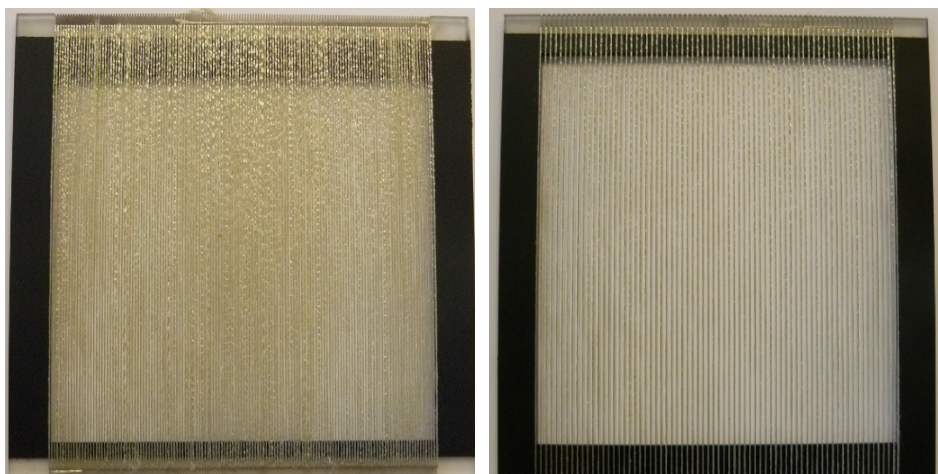


Rys. 5.4-13. Widok wnętrza tunelu z próbką z od strony aparatu fotograficznego

5.4.9. Analiza własności optycznych nitek

Aby w pełni scharakteryzować własności barierowe dzianiny na światło, w kontekście elementów tworzących jej strukturę, zostały przeprowadzone pomiary i analiza barierowości świetlnej samych nitek. Scharakteryzowano ich wartości transmisji i refleksji światła na prezentowanym stanowisku pomiarowym. Nitki i przędze były zróżnicowane rodzajem surowca, masą liniową i średnicą, sposobem teksturowania, strukturą oraz charakterem powierzchni.

Pomiary zostały dokonane przez zastosowanie specjalnych uchwytów do badań nitek (takie same wymiary jak rami do badań dzianin) (rys. 5.4-14). Ramki posiadały wycięcia po obu stronach powierzchni pomiarowej pozwalające na wprowadzenie i zakleszczenie nitki oraz zachowanie ich stałego dystansu (za pomocą wiązki laserowej na maszynie sterowanej numerycznie). Zastosowano dwa rodzaje odległości między nitkami – 1 mm oraz 2 mm. Wartości te odpowiadają gęstości ułożenia nitek wzorujących w strukturze wyrobów dekoracyjnych. Odległość 2 mm odpowiada gęstości nitek wzoru w dzianinie wykonanej na maszynie osnowowej o numerze uiglenia E14, natomiast odległość 1 mm odpowiada gęstości nitek wzoru w dzianinie wytworzonej na maszynie o numerze uiglenia E18.



Rys. 5.4-14. Fotografie uchwytów do pomiarów własności optycznych nitek rozmieszczonych w stałych odległościach 1 mm i 2 mm

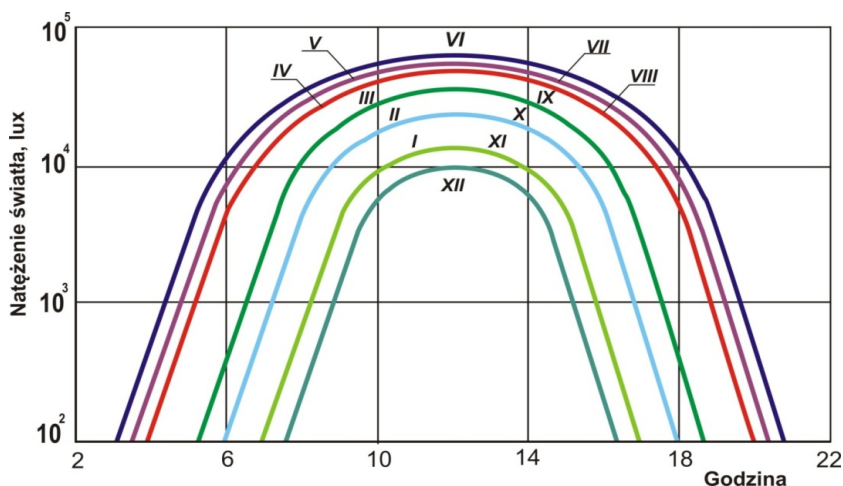
5.4.10. Promieniowanie słoneczne oraz dobór natężenia oświetlenia w badaniach barierowości tekstyliów

Znajomość danych dotyczących wartości natężenia światła dziennego była bardzo istotna w wielu dziedzinach życia. Pomiary bezpośredniego natężenia oświetlenia w Polsce były wykonywane, jak dotychczas, tylko w jednej stacji aktynometrycznej w Międzyzlesiu koło Warszawy w latach 1954-1974 i opublikowa-

ne w publikacji J. Boksza [19]. Autor przedstawił także obszary zastosowań tych danych m.in. przy projektowaniu oświetlenia pomieszczeń, stanowisk pracy, oświetleń dróg i ulic, a także przy projektowaniu obiektów architektonicznych, tj. sal wystawowych i kościołów. Znaczenie natężenia światła było istotne także w procesach rozwoju roślinności (zbóż, warzyw, kwiatów i owoców).

Dla zobrazowania i przybliżenia rozkładu natężenia światła uzyskanego w poszczególnych porach dnia i miesiącach roku, posłużono się wykresem zależności natężenia oświetlenia i godziny naświetlenia dla środkowoeuropejskiego położenia geograficznego (rys. 5.4-15) [20].

Na wykresie nie zostały uwzględnione zmiany widma światła dziennego w zależności od pory dnia. Największa intensywność światła występowała w godzinach południowych od godziny 11-tej do godziny 13-tej oraz w miesiącach letnich.



Rys. 5.4-15. Przebieg zmian natężenia oświetlenia w zależności od pory dnia (cyfry rzymskie oznaczają miesiące) [20]

5.4.11. Dobór wielkości oświetlenia dla warunków określania barierowości świetlnej tekstyliów dekoracyjnych

Warunki obserwacji cech barierowych wyrobów dekoracyjnych zawieszanych w świetle okna w pomieszczeniu mieszkalnym zostały odwzorowane w projekcie i budowie stanowiska badawczego. Odległości między powierzchnią szyby okiennej i powierzchnią firanki oraz powierzchni firanki i obserwatora zostały przyjęte jako wartość 200 mm. Z punktu widzenia źródła światła, natężenie padającego światła na powierzchnię obserwowanego wyrobu zostało także uwzględnione pod kątem rzeczywistych natężeń światła panujących na zewnątrz. Matryca diodowa jako źródło światła ze względu na rozkład spektralny widma diody zbliżony do rozkładu spektralnego widma światła dziennego odwzorowywała

rzeczywiste warunki oświetleniowe. Dodatkowo, dzięki możliwości regulacji poziomu emisji promieniowania świetlnego matryca diodowa emitowała światło o bardzo dużych wartościach natężenia przekraczającego 100 000 lx, uzyskano maksimum natężenia na poziomie 115 000 lx. Są to wartości osiągane dla natężeń mierzonych w ciepły letni dzień na powierzchni nieosłoniętej i przy udziale bezpośrednich promieni słonecznych. Za pomocą regulatora natężenia promieniowania emitowanego przez matrycę świetlną oraz na podstawie uzyskanych wartości poziomów natężenia tego źródła mierzonych luksumierzem wewnątrz tunelu stanowiska pomiarowego (krzywa nr 1 na rys. 5.4-4), uzyskano rzeczywiste wartości natężenia światła, które były istotne przy ocenie własności barierowych tekstyliów dekorujących okno mieszkalne.

Projektując stanowisko badawcze, założono, iż natężenie emitowanego światła przez matrycę diodową z punktu widzenia odwzorowania rzeczywistych warunków obserwacji było natężeniem, które przeszło przez barierę, jaką była szyba okienna. Zatem należało uwzględnić własności szyby okiennej z punktu widzenia przepuszczalności promieniowania świetlnego. Ilość promieniowania świetlnego jaka została przepuszczona przez powierzchnię przezroczystej szyby okiennej była określana współczynnikiem L_t (ang. „light transmission”, czyli przekazanie, transmisja światła). Definiował on procent światła widzialnego pochodzącego od Słońca (udział promieniowania słonecznego w zakresie światła widzialnego od 380 nm do 780 nm), które przeniknęło przez szybę, czyli przekazywane zostało z otoczenia do wnętrza pomieszczenia. Źródła literaturowe podają, iż straty światła w pojedynczej, czystej szybie okiennej nie były wysokie, był zakładany współczynnik przepuszczania wynoszący 85% (wyznaczony przy padającym świetle rozproszonym). Zatem przyjęcie wartości współczynnika przepuszczania światła było umowną wartością, ponieważ wiele czynników decydowało o zdolności szyby okiennej do przepuszczania światła.

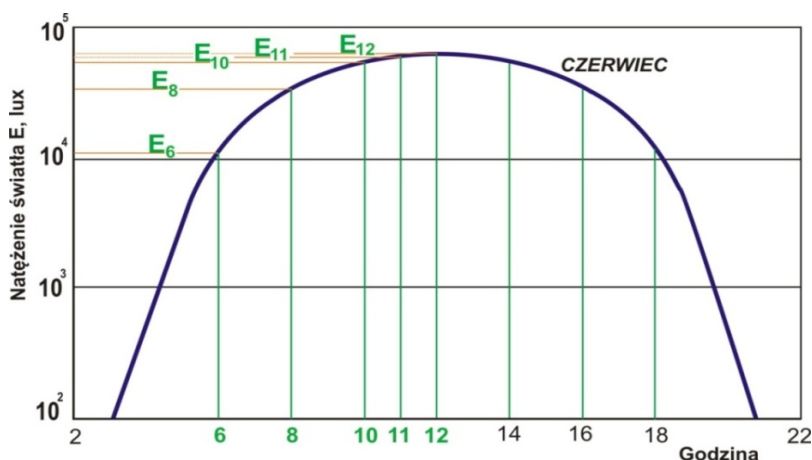
Analizując powyższe wartości w kontekście badań barierowości świetlnej tekstyliów dekoracyjnych oraz projektu stanowiska badawczego, wartości współczynnika przepuszczania światła przez szyby okienne zostały przyjęte w postaci 80% wartości światła zewnętrznego występującego dla danego okresu. Zatem straty natężenia światła po przejściu przez powierzchnię pakietu szyb okiennych przyjęto na poziomie 20%. Wartości natężenia światła uwzględniające przyjęty wskaźnik zostały uwzględnione dla wszystkich wartości natężenia światła w aspekcie miesięcy i pór dnia w ciągu roku.

5.4.11. Natężenia emitowanego światła przez matrycę diodową

Na podstawie wykresu przedstawiającego rozkład natężeń światła w funkcji pory dnia i miesiąca w roku, do badań barierowości świetlnej wszystkich rodzajów dzianin oraz przędz przyjęte zostały warunki przybliżające natężenie światła dla miesiąca czerwca z uwzględnieniem współczynnika L_t . Okres ten został

wybrany ze względu na to, iż występowały dla niego największe wartości natężenia światła. Dodatkowo, aby uwzględnić uwarunkowania dzienne z ich zmiennością natężenia światła podyktowane różną porą dnia do badań zostało wybranych pięć natężeń światła odpowiadających porom dnia, tj. w godzinie 6-tej, 8-mej, 10-tej, 11-tej oraz 12-tej. Charakter wykresu był symetryczny, natężenia światła w odpowiednich godzinach przedpołudniowych odpowiadały natężeniom w porach popołudniowych.

Zgodnie z powyższym, na rys. 5.4-16 został przedstawiony wykres natężenia światła w funkcji pory dnia dla miesiąca czerwca. Wprowadzono oznaczenia odpowiadające natężeniom w wyznaczonych godzinach. Określonym godzinom zostały przypisane wartości oświetlenia, natężenia uwzględniające współczynnik przepuszczania L_t oraz natężenie zasilania źródła światła odpowiadające natężeniom emitowanego światła. Dane te zostały zawarte w tabeli 5.4-1.



Rys. 5.4-16. Rozkład natężenia światła dla wybranych godzin w miesiącu czerwcu

Tabela 5.4-1. Wykaz wartości natężeń światła względem pory dnia dla miesiąca czerwca

Pora dnia – godzina	Natężenie światła E wg literatury [4], lx	Natężenie światła z uwzględnieniem 20% stopnia pochłaniania światła, lx	Natężenie generowanego prądu zasilania matrycy diodowej, A
6	E_6 - 16 259	13 007	0,62
8	E_8 - 57 795	46 236	2,51
10	E_{10} - 76 704	61 363	3,51
11	E_{11} - 81 040	64 833	3,76
12	E_{12} - 82 790	66 232	3,89

6. IDENTYFIKACJA EKSPERYMENTALNA WŁAŚCIWOŚCI OPTYCZNYCH DZIANIN DEKORACYNYCH ŻAKARDOWYCH I NITEK WZORU

6.1. Charakterystyka dzianin dekoracyjnych kolumnienkowych żakardowych

Dzianiny kolumnienkowe żakardowe przeznaczone do dekoracji pomieszczeń mieszkalnych charakteryzują się bogactwem wzorniczym, posiadają raporty wzorów znacznych rozmiarów. Dla potrzeb realizacji postawionego celu pracy doktorskiej zaprojektowano kilkadziesiąt wzorów dzianin żakardowych w ten sposób, aby charakteryzowały się zróżnicowanym współczynnikiem wypełnienia powierzchniowego. W trakcie procesu projektowania zostały opracowane projekty wzornicze i wielkości wariantów dzianin oraz parametry technologiczne procesu dziania. Opracowane zostały łącznie 142 warianty dzianin. Parametry dzianin zostały przedstawione w tabeli 6.1-1. Dzianiny zostały wykonane w dwóch polskich zakładach dziewiarskich „Haft” S.A. w Kaliszu oraz Fabryce Firanek i Koronek „FAKO” S.A. w Łodzi na maszynach osnowowych raszłowych firmy Karl Mayer typu RJSC-4F-NE o numerach uiglenia E14 oraz E18. Maszyny były wyposażone w elektromagnetyczne żakardowe mechanizmy wzorujące. W produkcji dzianin zastosowano 3-igłową technikę dziania. Osnowarki były wyposażone w dwa wały osnowowe zawierające przędzę zasadniczą o masie liniowej 76 dtex na każdym z nich. Stosowane były trzy rodzaje splotów tła zróżnicowane sposobem wzajemnego powiązania ze sobą tych systemów przędz. Osiągnięte zostały zamierzone efekty wypełnienia powierzchni tła dzianiny.

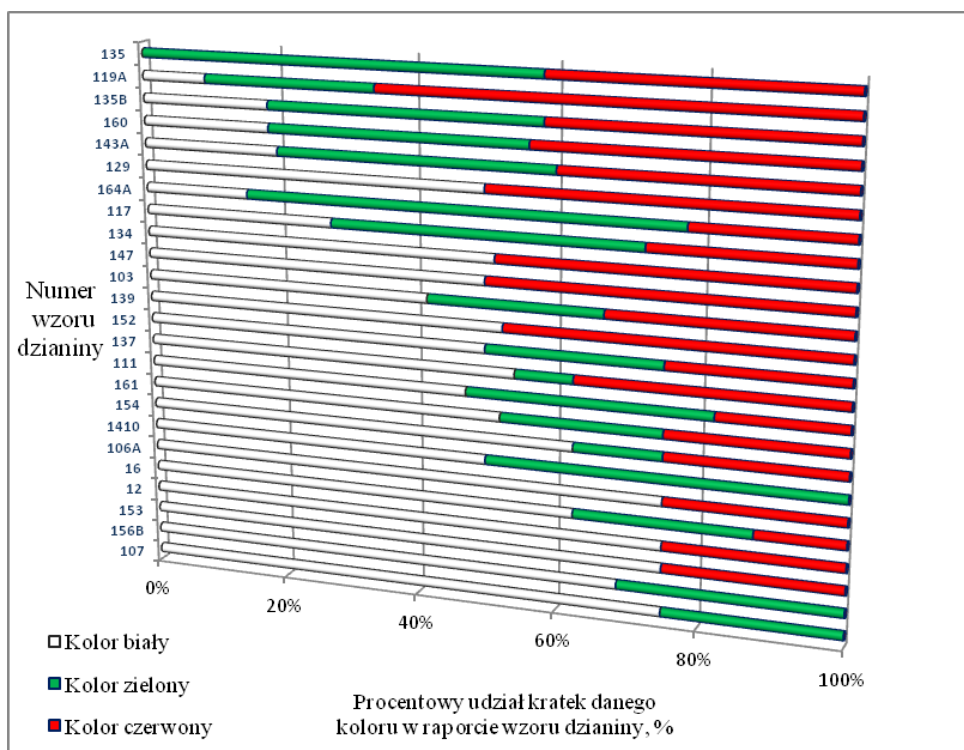
Tabela 6.1-1. Charakterystyka parametrów dzianin

Typ maszyny	Maszyna osnowowa raszłowa z mechanizmem żakardowym	
Numer uiglenia maszyny	E14	E18
Technika dziania	3 – igłowa technika dziania	
Rodzaj przędzy zasadniczej	2 przędze zasadnicze PES ciągle nieteksturowane 76 dtex/f48	
Typ splotu tła	Splot łańcuszka i nitki wątku o rzutach 1 t_u	Splot łańcuszka i nitki wątku o rzutach 1 t_u
	Splot łańcuszka i nitki wątku o rzutach odpowiednio o 1 t_u i o 2 t_u	Splot łańcuszka i nitki wątku o rzutach odpowiednio o 1 t_u i o 2 t_u
		Tzw. markizeta ₁ czyli połączenie splotu łańcuszka i wątku o rzutach o 2 t_u
Rodzaj przędzy wzorującej	PES (167 dtex/f32)x2	PES (83 dtex/f38)x2
	PES (150 dtex/f48)x2	PES (75 dtex/f36)x2
	PES 334 dtex/f48 kdk	PES 220 dtex/f48 kdk

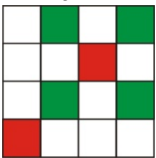
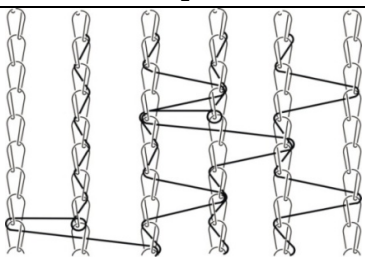
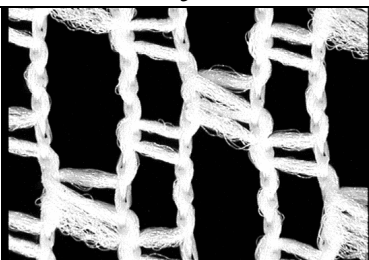
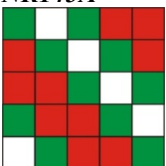
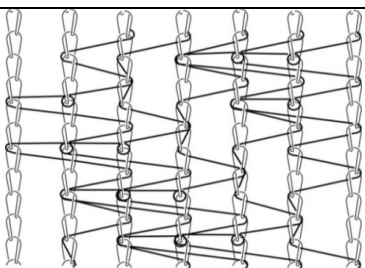
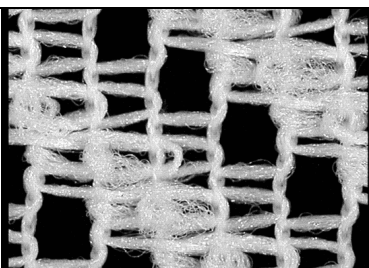
Projekty wzorów dzianin dekoracyjnych żakardowych zostały wybrane na podstawie analizy oferty wzorniczej producenta żakardowych maszyn osnowowych firmy Karl Mayer, która dla wytwórców dzianin dekoracyjnych (firanek i zasłon) opracowała kilkaset wzorów splotów dzianin. Wytypowane zostały 24 wzory, posługując się założeniem, iż wzory te dają zróżnicowaną budowę i strukturę splotu wzoru oraz różnią się zapelnieniem powierzchniowym nitek. Przyjęty parametr zapelniania mieścił się w granicach od 19% do 72%.

Użyta numeracja wzorów odnosi się do numeracji zaproponowanej przez firmę Karl Mayer. Na rys. 6.1-1 dla każdego wariantu wzoru (numer), zostało przedstawione zestawienie procentowych udziałów kolorowych kratek w raporcie. Zestawienie ujawniło jednoznacznie, iż wzory zostały zaprojektowane, zwiększając udział elementów bardziej zabudowanych zawierających kolor zielony i czerwony, tym samym przyczyniając się do wzrostu zapelniania nitkami powierzchni dzianiny.

W tabeli 6.1-2 zaprezentowano przykładowe warianty wzorów badanych dzianin wraz ze schematem przebiegu nitek wzoru w projekcie rysunku i fotografią jego raportu.



Rys. 6.1-1. Zestawienie udziału elementów strukturalnych we wzorach dzianin

Numer projektu oraz schemat kratkówki raportu wzoru	Schemat przebiegu przędzy wzorującej w raporcie projektu wzoru	Obraz dzianiny (nitki tła PES, nitki wzoru PES)
1	2	3
NR 16  $R_r = 8$ $R_k = 4$		
NR143A  $R_r = 10$ $R_k = 5$		

Rys. 6.1-2. Materiał badań – przykłady projektów wariantów wzorów dzianin;
 R_r – raport rzędowy, R_k – raport kolumnkowy projektu wzoru dzianiny [68]

Zatem eksperymentalna ocena barierowości świetlnej dzianin dekoracyjnych żakardowych została przeprowadzona dla kilkudziesięciu wzorów dzianin dekoracyjnych żakardowych oraz kilkudziesięciu rodzajów nitek w oparciu o metodykę pomiaru na zbudowanym stanowisku pomiarowym identyfikacji cech optycznych i strukturalnych tekstyliów.

6.2. Program badań

1. Ocena parametrów strukturalnych dzianin kolumnkowych żakardowych w postaci współczynnika wypełnienia powierzchniowego, masy powierzchniowej i grubości dzianin wyznaczonych na drodze pomiarów eksperymentalnych.
2. Przeprowadzenie pomiarów transmisji i refleksji światła dla 10 wzorów w 27 różnych warunkach oświetleniowych skorelowanych z porą roku i dnia.
3. Przeprowadzenie pomiarów transmisji i refleksji światła dla łącznej liczby 142 dzianin żakardowych w tym 10 wzorów dzianin z trzema rodzajami splotów tła i czterema typami przędzy wzorujących oraz 24 wzorów z jednym rodzajem splotu tła i dwoma typami wątku wzorującego.
4. Analiza makro- i mikroskopowa przekrojów poprzecznych włókien przędzy stosowanych w dzianinach dekoracyjnych żakardowych.

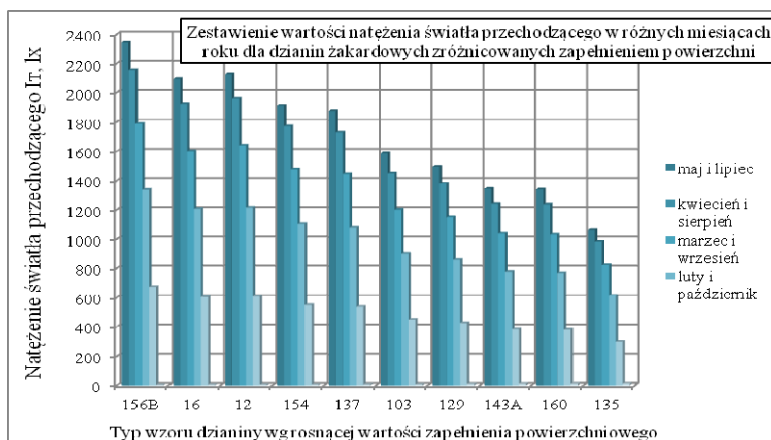
5. Analiza barierowości świetlnej dzianin według przyjętych warunków pomiarowych i cech strukturalnych dzianin oraz cech nitek składowych.
6. Przeprowadzenie pomiarów transmisji i refleksji światła dla nitek na stanowisku oceny barierowości świetlnej tekstyliów, analiza pływu cech nitek na wartości wielkości optycznych.

6.3. Wyniki pomiarów własności optycznych dzianin w różnych warunkach oświetlenia

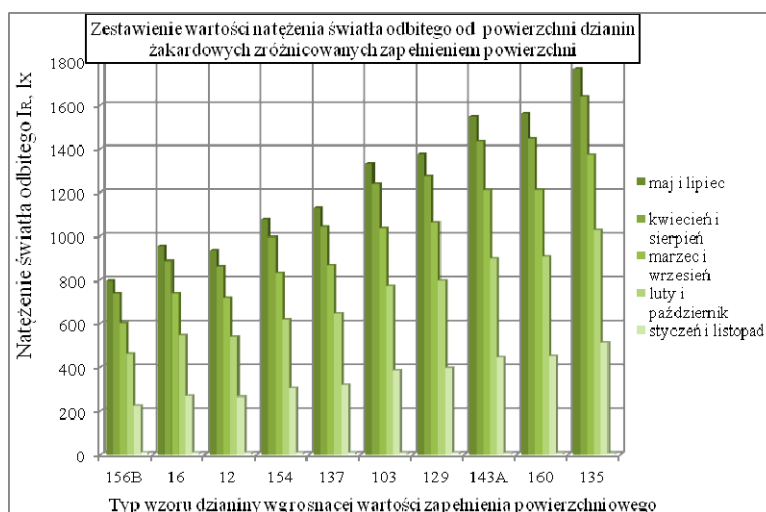
Pierwsza część prac badawczych obejmowała wyznaczenie charakterystyk zależności natężenia światła przechodzącego i odbitego dla dziesięciu wzorów dzianin dekoracyjnych żakardowych charakteryzujących się jednym typem splotu tła (przędza PES 76 dtex, splot łańcuszka i nitki wątku o rzutach 1 t_u) oraz jednym rodzajem wątku wzorującego PES (167 dtexf 48) x 2. Wzory dzianin zróżnicowane były wartością współczynnika wypełnienia powierzchniowego od najmniejszej wartości dla wzoru nr 156 B do największej dla wzoru 135 (wg metody optoelektronicznej).

Pomiary zostały wykonane na stanowisku pomiarowym do określania barierowości świetlnej tekstyliów, uwzględniając warunki oświetlenia panujące w Polsce w różnych miesiącach roku oraz porach dnia, tzn. nastawiane były różne wartości natężenia światła identyfikowane z wartościami natężenia światła dla każdego z miesięcy w roku i godziny w ciągu dnia.

Na rys. 6.3-1 zostały zobrazowane wartości natężenia światła przechodzącego E_T dzianin dla wszystkich poziomów oświetlenia, natomiast na rys. 6.3-2 zostały zestawione wszystkie wartości natężenia światła odbitego E_R dzianin w tych samych warunkach.



Rys. 6.3-1. Wyniki pomiarów transmisji światła dzianin uzyskane w różnych miesiącach roku



Rys. 6.3-2. Wyniki pomiarów refleksji światła dzianin uzyskane w różnych miesiącach roku

Natężenia rozpatrywanych wielkości świetlnych są jednoznacznie większe, jeżeli warunki świetlne charakteryzowały się większymi wartościami natężenia światła. Wynika to z wymuszenia natężenia światła padającego, wartości odpowiedzi są adekwatnie większe. Niezależnie od warunków świetlnych przeprowadzanych pomiarów barierowości świetlnej tekstyliów istnieje bardzo duża zależność między współczynnikiem zapelnienia powierzchniowego a wartościami światła przechodzącego i odbitego, dla pierwszego parametru zależność jest odwrotnie proporcjonalna, dla drugiego wprost. Krzywe wartości natężenia względem zapelnienia powierzchni mogą być opisane liniami regresji. Dla tych wielkości występuje bardzo wysoki współczynnik korelacji liniowej bliski jedności w zakresie 0,98-0,99.

Wyniki pomiarów reprezentują szeroką charakterystykę własności optycznych dzianych wyrobów dekoracyjnych, które mogą posłużyć w określaniu cech barierowych wyrobów dekoracyjnych w zależności od poziomu zapelnienia struktury dzianiny oraz charakterystyk technologicznych procesu produkcji.

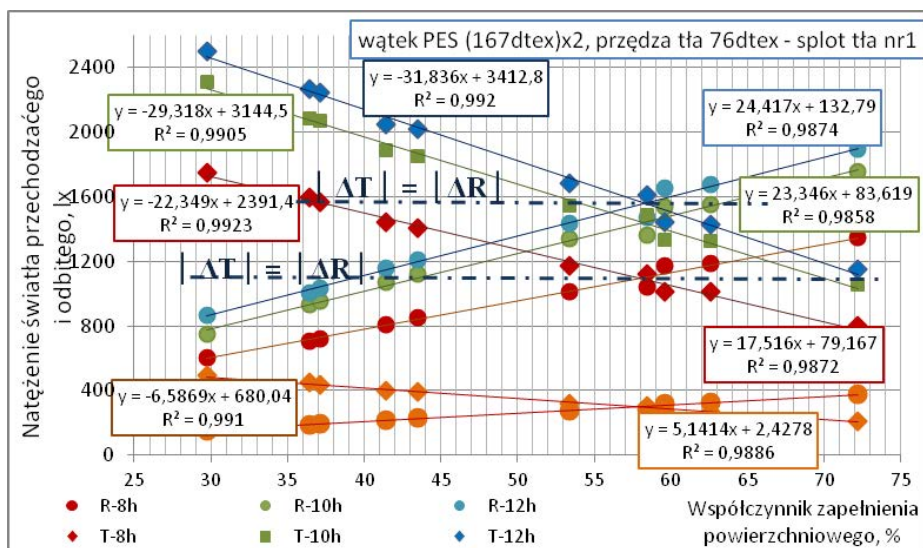
6.4. Wyniki pomiarów transmisji i refleksji światła dzianin w zależności od wariantów tła oraz przędzy wzorującej

Własności optyczne dzianin dekoracyjnych żakardowych zostały scharakteryzowane dla łącznej liczby 142 wzorów dzianin zróżnicowanych typem tła, rodzajem przędzy wzorującej oraz numerem uiglenia maszyny. Wyniki pomiarów mogą być w pełni wykorzystane w polskim przemyśle, ponieważ w ich warunkach technologicznych niniejszy materiał badań został wyprodukowany.

Przeprowadzono pomiary natężenia światła przechodzącego i odbitego dzianin dekoracyjnych zakardowych oraz wartości transmisji i refleksji światła dla czterech poziomów natężenia światła dla warunków natężenia światła w miesiącu czerwcu. Każdy punkt na wykresie reprezentował wartość średnią z 10 000 pomiarów wykonanych przez zespół 16 czujników w przypadku transmisji światła oraz zespół 4 czujników.

Wyniki pomiarów zostały przedstawione w postaci natężenia światła przechodzącego E_T (nazywanego transmisją światła), natężenia światła odbitego E_R (nazywanego refleksją światła) wyrażonych w luksach oraz współczynnika transmisji T' i współczynnika refleksji R' , wyrażonych w %.

Na rys. 6.4-1 został przedstawiony przykładowy wykres wartości transmisji i refleksji światła dla dzianin z wątkiem wzorującym (167 dtex) x 2 oraz przędzą tła 76 dtex i pierwszym typem splotu tła. Wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego dla 10 wzorów dzianin dla powyższego wariantu występują w zakresie od 29,77% do 72,2%. Dla tych wartości poszczególne wyniki natężeń światła przechodzącego i odbitego kształtują się zróżnicowanie w zależności od natężenia światła padającego, czyli warunków pomiarowych. Biorąc pod uwagę charakter zmian w funkcji porowatości powierzchniowej dzianin, uzyskuje się liniowe charakterystyki natężenia światła przechodzącego i odbitego dzianin.

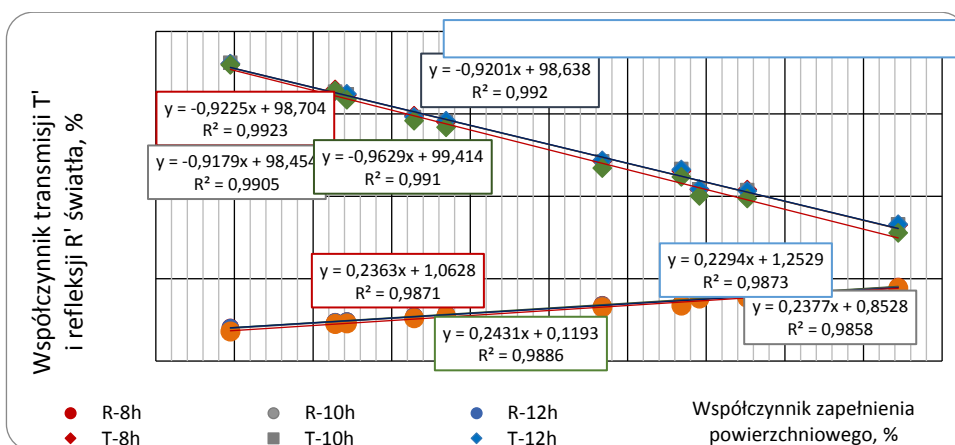


Rys. 6.4-1. Wyniki pomiarów transmisji i refleksji światła dla dzianin z przędzą wzorującą (167 dtex) x 2 dla czterech poziomów natężenia emitowanego światła

Niezależnie od rozpatrywanych warunków świetlnych, charakter własności optycznych dzianin nie zmienia się. Wraz ze wzrostem wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego następuje liniowe zmniejszenie natężenia światła

przechodzącego oraz liniowy wzrost natężenia światła odbitego od struktury dzianiny. Analiza wykazała, iż niezależnie od poziomu oświetlenia uzyskuje się ten sam charakter krzywych linii regresji, które przecinają się w punkcie na tym samym poziomie wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego, w przypadku dzianin z przędzą PES (167 dtex) x 2 i pierwszym typem splotu tła, wartość ta występuje na poziomie 58-59%.

Na rys. 6.4-2 przedstawiono charakterystyki współczynników transmisji i refleksji światła wyrażonych w %. Analizując przebieg wykresu należy podkreślić, iż wartości te są niezależne od warunków oświetleniowych, bez względu na ilość padającego światła uzyskuje się zbieżne (pokrywające się) wartości transmisji i refleksji światła. Dla wszystkich liniowych charakterystyk uzyskane zostały wysokie współczynniki korelacji na poziomie 0,99 dla transmisji oraz 0,98 dla refleksji.



Rys. 6.4-2. Wartości współczynników transmisji i refleksji światła dla czterech poziomów natężenia światła

6.5. Analiza mikroskopowa włókien przędz dzianin dekoracyjnych

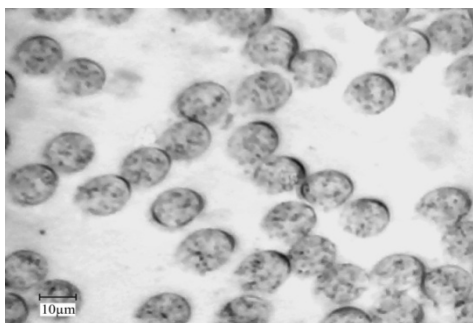
Związek własności fizycznych (natury) z orientacją cząsteczek włókna jest odzwierciedlony za pomocą praktycznych odpowiedników w postaci wyglądu oraz połysku włókna, które zależą nie tylko od właściwości optycznych materiału, ale także od ich makroskopowej postaci.

Materiał badań – zróżnicowane struktury dzianin osnowowych żakardowych są zbudowane z przędz syntetycznych, które posiadają różne grubości (masy liniowe), typy struktury (gładkie, pojedyncze, teksturowane) oraz stopień zmatowienia powierzchni (matowe, półmatowe, błyszczące).

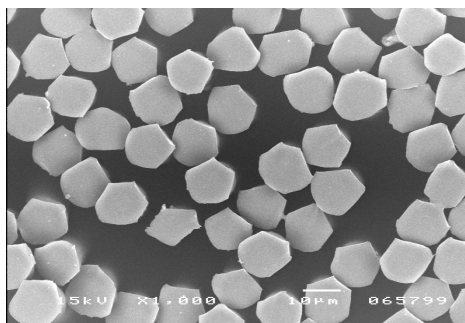
Rodzaj modyfikacji powierzchni jest widoczny organoleptycznie, aby jednak scharakteryzować w pełni właściwości powierzchniowe składowych nitek dzianin dekoracyjnych, wykonane zostały badania w postaci identyfikacji przekrojów poprzecznych za pomocą mikroskopu optycznego oraz z wykorzystaniem metody skaningowej. Wykonane badania uwidoczniły zróżnicowanie w kształcie przekroju poprzecznego stosowanych przędz i charakterze powierzchni.

6.5.1. Przędza tła PES (76 dtex)

Zaprezentowane fotografie włókien przędzy zasadniczej, która odpowiada za utworzenie splotów zasadniczych – tła w strukturze dzianiny żakardowej, przedstawiają okrągłe przekroje poprzeczne włókna (rys. 6.5-1). Na fotografiach są widoczne ciemne plamki w masie włókna. Są to cząstki środka matującego w masie polimerowej. Odpowiadają za zmatowienie włókna. Na fotografiach wykonanych metodą skaningową w dużym przybliżeniu badanego elementu uwidocznił się przekrój włókna w postaci pięcio- lub sześciokątów (rys. 6.45-2). Nieznaczne krawędzie powstały podczas przejścia stopu roztworu przędzalniczego przez otwory filii.



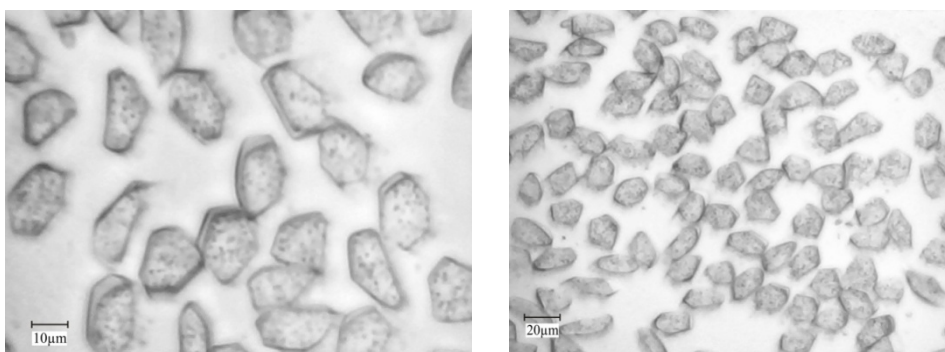
Rys. 6.5-1. Przekrój poprzeczny wg metody optycznej



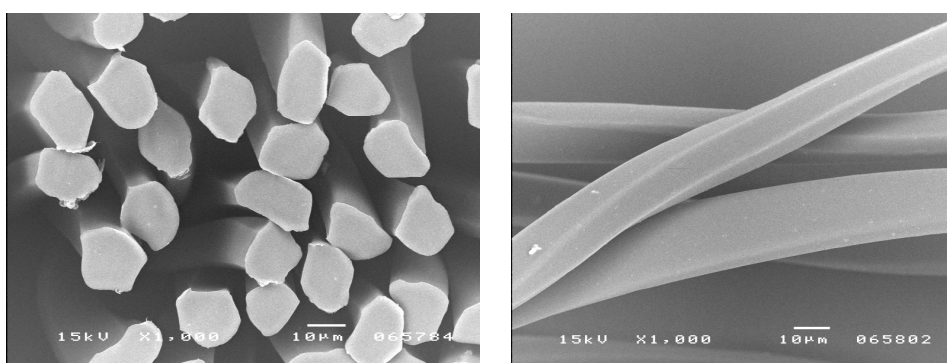
Rys. 6.5-2. Przekrój poprzeczny wg metody skaningowej

6.5.2. Przędze wzorujące PES (75 dtex/36) x 2; PES (83 dtex/38) x 2; PES (150 dtex/48) x 2; PES (167 dtex/32) x 2

Przedstawione fotografie charakterystyk mikroskopowych wymienionych przędz wzorujących uwidaczniają ten sam wielokątny kształt przekroju poprzecznego ich włókien (rys. 6.5-3). W obrazach optycznych widoczne są punkty wnioskujące o zawartości cząsteczek środka matującego w masie polimerowej włókna. Przędza w makro skali prezentuje matowy charakter. Kształt przekroju poprzecznego w postaci wieloboków z wyraźnymi krawędziami na powierzchni bocznej przędzy (rys. 6.5-4) oraz dodatek cząsteczek środka matującego powodują, iż charakter włókna jest istotnie matowy.



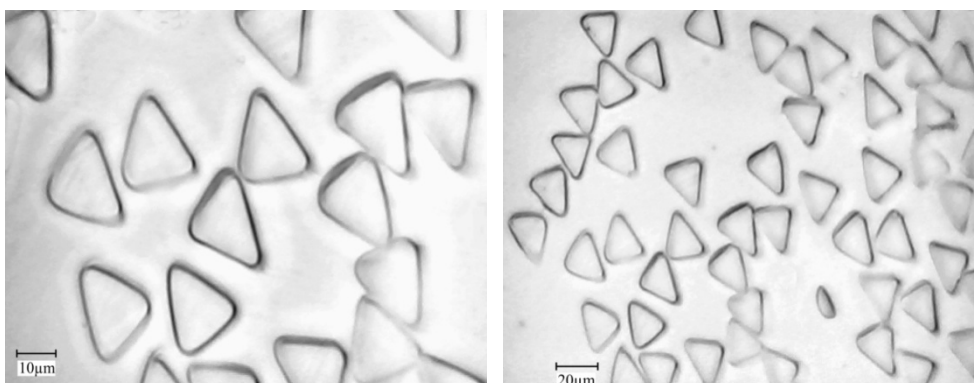
Rys. 6.5-3. Przekroje poprzeczne wg metody optycznej



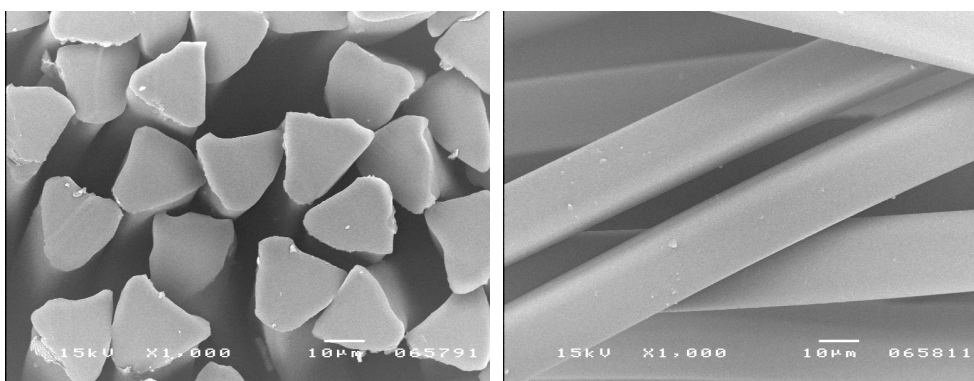
Rys. 6.5-4. Widok przekrojów poprzecznych i bocznych powierzchni włókien w obrazie skaningowym

6.5.3. Przędze wzorujące PES 220 dtex/48 typu kdk; 334/96 dtex typu kdk

Przędze wzorujące charakteryzowane metodą organoleptyczną jako błyszczące, na podstawie przekroju poprzecznego, daje istotne poparcie tego pierwotnego założenia. W przekroju widocznym na rys. 6.5-5 włókna mają trójkątny kształt przekroju poprzecznego. Ten kształt przekroju przyczynia się do zwiększenia odbicia światła od ich gładkiej powierzchni uwidocznionej na rys. 6.5-6. Według literatury, kształt ten zwiększa połysk włókna dzięki tzw. „iskrzeniu”. Dodatkowo właściwości błyszczzenia przędzy mogą być także powodowane naturalnym charakterem polimeru włóknotwórczego, do którego nie zostały dodane cząsteczki środka matującego (zupełnie gładka powierzchnia przekroju w widoku optycznym).



Rys. 6.5-5. Widok przekrojów poprzecznych wg metody optycznej



Rys. 6.5-6. Widok przekrojów poprzecznych i bocznych powierzchni włókien w obrazie skaningowym

PODSUMOWANIE

Celem naukowym pracy była identyfikacja barierowości świetlnej żakardowych dzianin dekoracyjnych na podstawie badań teoretycznych, opartych na modelu geometryczno-strukturalnym dzianin, który formułuje zależności wypełnienia powierzchniowego splotów w funkcji cech stosowanych nitek oraz na podstawie badań eksperymentalnych prowadzonych w oparciu o opracowaną instrumentalną metodykę pomiaru parametrów optycznych dzianin, tj. przepuszczalności i odbicia światła oraz porowatości powierzchniowej tekstyliów wzorzystych.

Podsumowanie pracy ujmuje opis istotnych zagadnień w tym nowatorskich rozwiązań projektowych w zakresie badań nad tekstyliami wzorzystymi.

1. Dokonano przeglądu literatury tekstyliów w aspekcie opisu ich cech optycznych. Uwzględniono cechy włókien mające wpływ na ich cechy optyczne, tj. transmisję, refleksję oraz absorpcję światła. Odnotowano znaczenie przekroju poprzecznego włókna na wielkość odbicia światła. Przedstawiono analizę cech optycznych tekstyliów, która pokazuje brak kierunkowych badań nad transmisją i refleksją światła w aspekcie parametrów strukturalnych wyrobów dekoracyjnych.

W analizie literatury uwzględniono także wpływ promieniowania słonecznego na zdrowie i samopoczucie człowieka. Scharakteryzowano pozytywne efekty oddziaływania światła na organizm człowieka dla zakresu promieniowania nadfioletowego, podczerwonego i widzialnego. Odnotowano negatywny wpływ promieniowania na zdrowie ludzkie będące skutkiem nadmiernej ekspozycji. Podkreślono znaczenie poziomu natężenia światła na funkcjonowanie człowieka w poszczególnych porach roku i w warunkach wykonywania pracy. Scharakteryzowano wyniki badań tekstyliów barierowych w aspekcie ochrony skóry człowieka przed promieniowaniem UV.

2. Przeprowadzono analizę budowy i technologii dzianin kolumnowych żakardowych. Opisano trzy rodzaje dzianin dekoracyjnych produkowanych w technologii żakardowej jak również tendencje wzornicze dzianin dekoracyjnych. Scharakteryzowane zostały techniki dziania na maszynach osnowowych żakardowych. Opracowano metodykę kodowania struktur dzianin przez przypisanie znaczeń cyfrowych charakterystycznym, stałym elementom budowy splotów wzorujących w dzianinie. Na tej podstawie zdefiniowano algorytmy kodowania wzorów dzianin dekoracyjnych.
3. Opracowano model geometryczno-strukturalny dzianin kolumnowych żakardowych, dla którego zdefiniowano wielkości podstawowych parametrów strukturalnych dzianiny, w tym masy powierzchniowej oraz współczynnika wypełnienia powierzchniowego. Opisano procedurę obliczeń teoretycznych wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego dzianin żakardowych wątkowo-podbiciowych na podstawie modelu budowy dzianiny z wykorzystaniem programu „Dziakol”. Przedstawiono identyfikację eksperymentalnej wartości porowatości powierzchniowej dzianin przy wykorzystaniu fotooptycznej metodyki cyfrowej analizy obrazu dzianiny. Dokonano rejestracji obrazów dzianin dekoracyjnych, na podstawie których określono eksperymentalne wartości współczynników wypełnienia powierzchniowego.
4. Dokonano weryfikacji modelu budowy dzianiny na drodze porównań teoretycznych, na bazie modelu geometrycznego, oraz eksperymentalnych, w oparciu o technikę analizy obrazu, wartości współczynnika wypełnienia powierzchniowego dzianin kolumnowych żakardowych z określeniem współczynników korelacji liniowej i równań linii regresji.

5. Scharakteryzowano materiał badawczy w postaci kilkudziesięciu rodzajów dzianin dekoracyjnych żakardowych zaprojektowanych i wyprodukowanych w dwóch polskich zakładach przemysłowych. Przedstawiono projekty wzornicze tychże dzianin, ich parametry technologiczne oraz strukturalne wyznaczone na podstawie pomiarów laboratoryjnych. Masę powierzchniową, grubość oraz współczynnik zapęnlienia powierzchniowego przeanalizowano pod względem wpływu rodzaju przędzy wzorującej, numeru uigleia maszyny oraz udziału typów elementów strukturalnych wątku w raporcie wzoru dzianiny.
6. Dokonano przeglądu dostępnych metod pomiarowych służących do oceny parametrów optycznych tekstyliów i innych wyrobów. W podsumowaniu zwrócono uwagę na fakt, iż niniejsze urządzenia i metodyki pomiarowe nie są przydatne w ocenie wielkości parametrów świetlnych wyrobów dekoracyjnych o średnich i dużych raportach wzoru.

Zdefiniowano założenia nowej metodyki badawczej identyfikacji barierowości świetlnej tekstyliów. Na ich podstawie wykonano projekt oraz zbudowano nowe i oryginalne komputerowe stanowisko pomiarowe on-line służące do oceny transmisji i refleksji światła z jednoczesnym pomiarem porowatości powierzchniowej wyrobu. Opisano i scharakteryzowano poszczególne elementy budowy urządzenia, w tym źródła światła, zespołu czujników transmisji światła, zespołu czujników refleksji światła oraz części służącej identyfikacji fotooptycznej dzianiny.
7. Przeprowadzono analizę cech makro- i mikroskopowych przędz stosowanych jako wątki wzorujące w dzianinie. Przy wykorzystaniu optycznej metody dokonano oceny kształtu przekroju poprzecznego włókna z uwzględnieniem dodatku środka matującego. Przeprowadzono także szczegółową analizę kształtu przekroju włókna i charakteru jego powierzchni bocznej za pomocą pomocy mikroskopu skaningowego.
8. Przeprowadzone zostały badania barierowości świetlnej dzianin dekoracyjnych żakardowych na zbudowanym w tym celu stanowisku pomiarowym oceny parametrów optycznych i strukturalnych dzianin. Przebadano łącznie 142 warianty dzianin dekoracyjnych, w tym 10 wzorów zróżnicowanych raportem wzoru dla trzech wariantów splotów tła i czterech typów przędzy wzorującej oraz 24 wzorów dzianin dla jednego wariantu splotu tła i dwóch rodzajów wątku wzoru. Działiny pod względem cech budowy były zróżnicowane zapęnlieniem powierzchniowym. Pomiary zostały przeprowadzone w 5 różnych warunkach oświetlenia równoważnego wartościom natężenia występującego w różnych porach roku i dnia dla wszystkich wzorów dzianin. Dla wybranych 24 wzorów dzianin i dwóch rodzajów nitek o tej samej masie liniowej różniących się charakterem powierzchni i struktury nitki dokonano pomiarów transmisji i refleksji światła dla 30 poziomów oświetlenia próbki.
9. Dokonano pomiarów barierowości świetlnej 28 rodzajów nitek na stanowisku pomiarowym do identyfikacji barierowości świetlnej tekstyliów z wykorzy-

- staniem specjalnego uchwytu pomiarowego do równoległego ułożenia nitki w dwóch stałych odległościach 1 mm oraz 2 mm. Nitki różniły się grubością, tworzywem, barwą, strukturą i charakterem powierzchni.
10. Na podstawie uzyskanych wartości transmisji i wartości refleksji światła została dokonana analiza wpływu cech budowy dzianiny, w tym wypełnienia powierzchniowego, na jej zdolności barierowe promieniowania słonecznego. Określono także znaczenie natężenia oświetlenia na kształtowanie cech optycznych dzianin. Przeprowadzono identyfikację korelacji i regresji liniowej zależności transmisji i refleksji światła z współczynnikiem wypełnienia powierzchniowego.
 11. Przedstawiono algorytm obliczeń cech barierowych dzianin dekoracyjnych żakardowych na etapie projektowania wzorów, opierając się na analizie strukturalnej tych dzianin w aspekcie kształtowania współczynnika wypełnienia powierzchniowego dzianiny oraz skorelowanych z nim wyników pomiarów wartości transmisji oraz wartości refleksji światła dla zdefiniowanych parametrów technologicznych produkcji.
 12. Przedstawiona metodyka oceny barierowości świetlnej tekstyliów wraz z konstrukcją i budową stanowiska pomiarowego uzyskały ochronę patentową [68]. Niniejsze zagadnienia zostały także zaprezentowane na Międzynarodowym Kongresie Dziewiarskim oraz na cyklicznej Naukowej Technicznej Konferencji Wydziału Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów. Analiza cech optycznych nitki została zaprezentowana na Międzynarodowej Konferencji IMTEX, wstępne wyniki właściwości optycznych i strukturalnych dzianin stanowiły podstawę publikacji w *Autex Research Journal*. Projekt, konstrukcja urządzenia i uzyskane wyniki pomiarów barierowości świetlnej dzianin stanowiły materiał do publikacji w czasopiśmie „*Fibres & Textiles In Eastern Europe*”.

Bibliografia

- [1] Mikołajczyk Z. „Identyfikacja procesu dziania kolumnowych struktur anizotropowych na osnowarkach” Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe Nr 1047, Rozprawy Naukowe, z. 381, Wydawnictwo PŁ 2009, ss. 37-67.
- [2] Szmyt J. „Systemy wzorowania za pomocą mechanizmów żakardowych stosowanych w dziewiarskich maszynach osnowowych” Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Łódzka, Katedra Dziewiarstwa, 2002.
- [3] Bogacz E. „Kształtowanie wypełnienia powierzchniowego wyrobów dekoracyjnych dzianin żakardowych poprzez wybór określonych cech nitki wzoru” Praca dyplomowa magisterska wykonana od kierunku Z. Mikołajczyka, Politechnika Łódzka, Katedra Dziewiarstwa, Łódź, 2003.

- [4] Szmyt J., Mikołajczyk Z. „A metod of digital encoding of warp knitted structures” XII Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów 2009, s. 2.
- [5] Mikołajczyk Z., „Model of spatial structure of anisotropic warp knitted fabrics”, „Fibres & Textiles in EE”, Vol 9, No 2(33) April/June 2001, pp. 23-27 .
- [6] Mikołajczyk Z., „Programming of parameters structure of anisotropic warp knitted fabrics”, International Scientific Conference IMTEX 1998, p. 7.
- [7] Szmyt J., Mikołajczyk Z. „Light transmission through decorative knitted fabrics in correlation with their fabric cover” AUTEX Research Journal vol. 10, no. 2, June 2010, pp. 44-48.
- [8] Traczyk W., Trzebski A. „Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej” Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2007, wyd. 3. Światło i promieniowanie nadfioletowe, s. 918.
- [9] Kołarczyk E. „Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka” Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2008, wyd.1, ss. 31-35.
- [10] Kolek Z. „Oddziaływanie promieniowania optycznego na człowieka: korzystny wpływ i zagrożenia” Prace Instytutu Elektroniki, zeszyt 228, 2006 r. ss. 269-281.
- [11] Dybczyński W. „Ocena zagrożenia spowodowanego promieniowaniem optycznym” Przegląd Elektrotechniczny R. LXXIX 1, 2003, ss. 17-21.
- [12] Machnowski W. „Tekstylia jako czynnik ochrony człowieka przed szkodliwym oddziaływaniem promieniowania UV” Zeszyty Naukowe ATH – Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska 19 (6), 2005, ss. 181-194.
- [13] Alvare J. „Barierowość tekstyliów przed szkodliwym oddziaływaniem promieniowania UV na skórę człowieka”, Przegląd Włókienniczy 4, 2003, ss. 30-34.
- [14] Perkowski J., Jędrzejewski W. „Pomiar i znaczenie współczynnika ochrony (barierowości) przed promieniowaniem UV wyrobów włókienniczych”, Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy, 1998, nr 7, ss. 8-11.
- [15] Wolska A. „Oświetlenie a wypadki przy pracy” „Bezpieczeństwo pracy” nr 9, 2003 r. ss. 13-15.
- [16] Pawlak A. „Ocena narażenia na promieniowanie optyczne pochodzące od oświetlenia słonecznego na stanowiskach pracy biurowej” Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 228, 2006, ss. 243-256.
- [17] Kołakowski M. „Światło, a nasze zdrowie, samopoczucie i produktywność” „Oświetlenie INFO” nr 1(13) styczeń-marzec 2006 r. ss. 30-33.
- [18] Rydzewska D. „Obiektywna ocena przezroczystości tkanin zasłonowych”. Zeszyty Naukowe PŁ, Włókiennictwo z. 30, 1974, nr 203, ss. 6-17.
- [19] Bokszyński J. „Współczesne metody wyznaczania natężenia oświetlenia dziennego”. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej 1999, Nauki Techniczne Nr 125, Elektryka z. 15, ss. 297-304.
- [20] Żyliński T. Metrologia włókiennicza t. 4. WNT, Warszawa 1973, ss. 353-355.
- [21] Kmiecik-Kudła M., Korliński W. „Wpływ struktury firanek, jako przesłony, na zmianę natężenia światła” Konferencja Knit Tech 2003 organizowana przez Katedrę Technologii i Budowy Wyrobów Dziewiarskich oraz Instytut Techniki i Technologii Dziewiarskich „TricoTextil”, Szklarska Poręba, 5-7 czerwiec 2003 r.
- [22] Bąk J., Pabjańczyk W. „Podstawy techniki świetlnej” Skrypt dla szkół wyższych PŁ, Łódź 1994, ss. 95-97.

- [23] Urbańczyk G. „Fizyka włókna” Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2002, ss. 349-387.
- [24] Cook J.G. „Handbook of textile fibres” II. Man- made fibres”. MERROW PUBLISHING CO. LTD Watford, Herts., England 1968. pp. 384.-393.
- [25] Hearle J.W., Petters R.H. „Fibre structure”, Manchester & London, The Textile Institute Butterworths, 1963, pp. 636-637.
- [26] Hall A.J. „The standard handbook of textiles” NEWNES-BUTTERWORTHS LONDON 1975, pp.100-134.
- [27] Liu X., Wang F. „Visible Light Shielding Performance of Fabrics with Non-Circular Cross Section Fiber” Journal of Engineered Fibers and Fabrics 50, Volume 7, Issue 3, 2012.
- [28] PN-EN 13758-1+A1:2007 Tekstylia – Właściwości ochronne przed działaniem promieniowania UV – Część 1: Metoda badania płaskich wyrobów włókienniczych.
- [29] PN-EN 13758-2+A1:2007 Tekstylia – Właściwości ochronne przed działaniem promieniowania UV – Część 2: Klasyfikacja i znakowanie.
- [30] Lewartowska J., Bąk P., Marzec S. „Propozycja kryteriów oceny właściwości użytkowych wyrobów włókienniczych chroniących przez nadfioletem”. Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 237, 2008, ss.159-168.
- [31] Jędrzejewski W. „Włókiennicze wyroby odzieżowe w aspekcie ich właściwości ochronnych przed promieniowaniem UV” Przegląd Włókienniczy 8, 2002, ss. 14-16.
- [32] Polipowski M. „Właściwości barierowe przed promieniowaniem ultrafioletowym i podczerwonym wybranych włókien chemicznych we włókninach i dzianinach. Cz. II” Przegląd Włókienniczy 3, 2003, ss. 26-28.
- [33] Gabrijelcic H., Urbas R., Sluga F., Dimitrovski K. „Influence of fabric constructional parameters and thread colour on UV radiation protection” FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe, January/March 2009, vol. 17, no. 1(72) pp. 46-54.
- [34] Saravanan D. „UV protection textile materials” AUTEX Research Journal, vol. 7, no. 1, March 2007, pp. 53-62.
- [35] Alvarez J., Lipp-Symonowicz B. „Examination of the absorption properties of various fibres in relation to UV radiation”. AUTEX Research Journal, vol. 3, no. 2, June 2003, ss.72-77.
- [36] Lewartowska J., Gajdzicki B., Sójka-Ledakowicz J., Kudzin M. „Dzianiny o optymalnych właściwościach użytkowych i barierowych dla promieniowania UV”. Przegląd Włókienniczy. Włókno, Odzież, Skóra. 5, 2006, ss. 38-41.
- [37] Gorensek M., Sluga F. Modifying the UV blocking effect of polyester fabric. Textile Res. J. 74(6) 2004, ss. 469-474.
- [38] Koźmińska R., Massalska – Lipińska T., Mielicka E., Świdorski B. „Wyroby dziewiarskie chroniące przed szkodliwym promieniowaniem UV” Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 228, 2006, ss. 257-266.
- [39] Massalska-Lipińska T., Hulewicz A., Chylewska-Kaniowska K. „Ocena wskaźników UPF i odporności wybarwień dla materiałów tekstylnych chroniących przed szkodliwym promieniowaniem UV” Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 234, 2008, ss. 83-95.
- [40] Sójka-Ledakowicz J., Olczyk J., Walawska A., Kamińska I., Gutarowska B., Żakowska Z., Kozanecka E. „Nowe materiały włókiennicze o właściwościach

- barierowych przed promieniowaniem nadfioletowym i drobnoustrojami”. Cz. I i II. *Przegląd Włókienniczy – WOS* 4, 2010, ss. 45-49.
- [41] Polipowski M. „Właściwości barierowe przed promieniowaniem ultrafioletowym i podczerwonym wybranych włókien chemicznych we włókninach i dzianinach”. Cz. I i II. *Przegląd Włókienniczy* 2, 2003, ss. 16-19.
- [42] Dulęba-Majek M. Transmission of UV radiation through woven fabrics in dependence on inter-thread spaces. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, vol. 17, no. 2(73), 2009, pp. 34-38.
- [43] Dulęba-Majek M. Comparative analyses of UV radiation transmission through virtual and real woven fabrics for selected waves. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, vol. 17, no. 4(75), 2009, pp. 52-55.
- [44] Algaba I.M., Pepio M., Riva A. Correlation between the ultraviolet protection factor and the weight and thickness of undyed cellulosic woven fabrics. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, vol. 16, no. 1(66), 2008, pp. 85-89.
- [45] Polipowski M. „Badania przenikania promieniowania podczerwonego przez wytypowane tkaniny przeznaczone na wyroby letnie”. *Przegląd Włókienniczy* 7, 2003, ss. 23-26.
- [46] Polipowski M. „Badania barierowości dla promieniowania podczerwonego nowej generacji tkanin z udziałem przędz kompozytowych”. Cz. I *Przegląd Włókienniczy – WOS* 3, 2010, ss. 37-39.
- [47] Polipowski M. „Badania barierowości dla promieniowania podczerwonego nowej generacji tkanin – wyniki badań przędz i tkanin”. Cz. I i II *Przegląd Włókienniczy – WOS* 5, 6, 2010.
- [48] Polipowski M. „Analiza charakterystyk widm transmisji i odbicia promieniowania IR oraz intensywności absorpcji tego promieniowania dla wytypowanej tkaniny barierowej nowej generacji”. Cz. II, 9, 2010, ss. 18-22.
- [49] Bartkowiak G., Wolska A., Owczarek G. „Środki ochrony indywidualnej do ochrony pracowników przed zagrożeniami wywołanymi naturalnym UV” *PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI*, zeszyt 224, 2010, ss. 149-160.
- [50] CIE 130:1998 Practical methods for the measurement of reflectance and transmittance. Praca zbiorowa pod kierunkiem J. Krochmann.
- [51] Pietrzykowski J. „Geometrie pomiaru stosowane w kolorymetrii i spektrofotometrii odbitego promieniowania optycznego i ich notacje”. *PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI*, zeszyt 237, 2008, ss. 125-136.
- [52] Wandachowicz K. „Badanie właściwości fotometrycznych materiałów przeświecalnych” Raport ze zlecenia z dn. 03.04.2009 r. Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej.
- [53] P.259706.Opis patentowy Patentu Tymczasowego nr 149 381. „Układ do pomiaru współczynnika transmisji światła” Dolecki K., Balcerski J., Misiak E. Zgłoszenie 23.05.1986 r.
- [54] P-202538. Przyrząd do pomiaru przepuszczalności światła. Legomiński G., Cichoń J., Kaczmarek J., Hosumbek W. Udzielenie patentu: 31.07.2009 WUP 07/09.
- [55] <http://www.daglass.pl/o-nas/laboratoria/laboratorium-fotometryczne>
- [56] Papamichael K., Klems J., Selkowitz S. „Determination and application of bidirectional solar-optical properties of fenestration systems” Conference Paper of 13th

- National Passive Solar Conference, 19-24.06.1988, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- [57] Grasso M.M., Hunn, B.D. Effect of textile properties on the bidirectional solar-optical properties of shading fabrics. *Textile Research Journal*, 1992, vol. 62(5), pp. 247-257.
- [58] Matsumoto Y., Shinohara K., Takatera M. Light transmittivity of an extended circular plain knitted fabric. *Textile Research Journal* 1999, vol. 69(9), pp. 641-647.
- [59] Ishizawa H., Nishimatsu T., Kamijyo M., Toba E. Measurement of surface properties of woven fabrics using an optical fiber bundle. *Journal of Textile Eng.* 2002, vol. 48, no. 1, pp. 5-9.
- [60] Yazaki Y., Takatera M., Shimizu Y. „Light transmission properties of plain knitted fabrics in uniaxial and biaxial extension (English)” *Sen'i Gakkaishi* (Journal of the Society of Fiber Science & Technology, Japan); 2005, vol. 61, Issue 7, pp. 183-190.
- [61] PN-EN 1184:2000. Materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z produktami spożywczymi – Metody badania przepuszczalności światła przez wyroby ceramiczne.
- [62] Lamb G.R., Amundson R., Miller B. „A photometric method for evaluating carper wear”. *Textile Research Journal* 63(12) 1993, pp. 731-736.
- [63] Murray-Coleman J.F., Smith A.M. „The Automated Measurement of BRDFs and their Application to Luminaire Modeling”. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, pp. 87-99, Winter 1990.
- [64] Ward G.J. Measuring and Modeling Anisotropic Reflection. *SIGGRAPH' 92 proceedings*, pp. 265-272, July 1992.
- [65] Ke L. „A Method of Light Reflectance Measurement” Tsinghua University, 1993, Praca dyplomowa magisterska, Uniwersytet BRITISH COLUMBIA, kwiecień 1999 (Department of Computer Science) s. 65.
- [66] Kristin J. Dana, Shree K. Nayar, Bram van Ginneken and Jan J. Koenderink. Reflectance and Texture of Real-World Surfaces. *Columbia University Technical Report*, CUCS-048-96, Dec. 1996.
- [67] Foo S.C. A Gonioreflectometer for Measuring the Bidirectional Reflectance of Material for Use in Illumination Computation”. *Master's Thesis*, Cornell University, August 1997.
- [68] Mikołajczyk Z., Szmyt J., Golczyk A. „Patent pl 222358b1. Sposób i stanowisko do pomiaru i analizy barierowości świetlnej tekstyliów dekoracyjnych” wniesione dnia 14.09.2012 r., udzielono 29.07.2016 WUP 07/16.

THE OPTICAL PROPERTY EVALUATION OF JACQUARD DECORATIVE KNITTED FABRIC

Summary

The aim of the thesis was the identification of the light barrier properties of jacquard decorative knitted fabrics on the basis of theoretical research using a geometrical and structural model of knitted fabric. The model formulates the cover factor as a function of thread characteristics and the experimental methodology studies made on the support of the developed instrumental measurement system of optical characteristics, ie. transmittance and reflectance as well as the surface porosity of patterned textiles.

The jacquard knitted fabrics in the form of curtains and blinds serve, above all, window decor to fulfill the role of a barrier before the excessive quantity of lighting reaching from the outside. This fabric decide on the natural lighting amount in living quarters. This issue is important from a medical standpoint on the natural light influence on man. The aspects of optical material evaluation depend on the material polymer type and the fiber cross-section of the yarns, product structure as well as sunlight impact on the fiber material and the light characteristic influence to the human body.

The structure and technology of jacquard warp knitted fabrics produced on the rachel machines were presented. The developed construction model of the jacquard knitted fabrics (open) assigned for curtains and blinds was characterized. On the grounds of the model, the structural parameter equations were determined including thread length in the loop, surface mass, and the cover factor. The encoding methodology of the knitted fabric structures were worked out through the digital marking assignment for the characteristic, permanent construction elements of the knitted fabric pattern stitches. The theoretical estimation methodology and experimental value of the knitted fabric cover factor was presented. On the basis of the calculation and research results, the construction model of the jacquard warp knitted fabrics was empirically verified.

In the thesis experimental part, the review of the available measurement methods was achieved, which served the optical parameter valuation of textiles and other products. Attention was drawn to the fact, that these devices and research methods are not useful for the evaluation of the optical parameter quantities of decorative knitted fabrics, a new research methodology of the light barrier properties of textile identification, its assumptions were defined. The method was composed of two stages: the first was the measurement on the exploratory stand, and the second stage concerned measurement result analysis using computer programs for the measurement and analysis of the results. The project was carried out and the new and original on-line measuring position was built, which served transmission and reflection evaluation with simultaneously the surface porosity

measurement. The measuring position contains the original construction for the sake of innovative construction elements including the light source in the form of a diode matrix with a spectrum distribution of the light nearing the spectrum sunlight distribution, sensor units of transmitted and reflected light, and the digital image registration of the knitted fabric. The result analysis was applied to the statistical parameter definition, structural porosity determination, and the relationship identification between the studied features. The methodology gave the possibility of achieving a two-parameter identification of the optical and structural parameter of the knitted fabric.

The research material – dozens of types of the jacquard decorative knitted fabrics were designed and produced at two Polish industrial plants. The structural parameter measurements and result analysis were carried out including warp and weft stitches, surface mass, the cover factor.

The research program and measurement results were presented as well as the light barrier property evaluation was shown in the form of the transmission and reflection intensity quantities for 142 variants of the jacquard knitted fabrics for 5 different light intensity conditions, which was the equivalent of light intensity that occurred during different times of the year and day. On the basis of the obtained transmission and reflection quantities, the analysis of the knitted fabric on their impact features was achieved by their sunlight barrier abilities, including their cover factor parameter. The identification of the linear correlation and linear regression relationship of the light transmission and light reflection with the cover factor of the knitted fabric was exhibited. The measuring results for the many knitted fabric structures were submitted in respect to the surface porosity quantities, background type stitches, the texturing method of pattern yarns, and the opacity level of the yarn surface. Furthermore, the light barrier property for 28 parallel yarn types were assigned, which differed in material, color, texturing type, opacity level of the material polymer, fiber cross-section shape, and their product purpose.

The optical property analysis of the jacquard decorative knitted fabrics demonstrated that the value intensity of transmitted light and value intensity of reflected light depend on the cover factor values of the knitted fabrics determined by the pattern and the intensity of the incident light. The cover factor in 87% is created by the pattern threads, which basically decide the light barrier properties of knitted fabrics. There is an escalation of the light reflection and a decrease of light transmission together with the cover factor growth of the knitted fabric structure. A visualization of the photo-optical property importance of the threads including yarn surface characteristics, fiber cross-section, texturing method, yarn color and structure characteristics for shaping the light barrier properties of the decorative knitted fabrics.