

Autoreferat

1. Opis kariery zawodowej

Urodziłam się w 1944 roku w Mołotowosku, obwód Archangielski, gdzie przebywali na zesłaniu moi rodzice.¹ Od roku 1947 zamieszkałam wraz z rodzicami w Wilnie, w Republice Litewskiej. Od 1978 roku mieszkam w Łodzi.

Szkołę średnią ukończyłam w 1961 roku w Wilnie.

Studiowałam na Uniwersytecie Wileńskim na Wydziale Fizyki. Tytuł magistra (specjalność – radiofizyka) otrzymałam w 1966 roku.

Przebieg mojej pracy zawodowej

1967 - 1978 - młodszy współpracownik naukowy w Instytucie Fizyki Półprzewodników Litewskiej Akademii Nauk.

1980 – 1983 – nauczycielka fizyki w liceum ogólnokształcącym Nr 3 w Łodzi,

1983 – 1998 - specjalista fizyk na Wydziale Włókienniczym Politechniki Łódzkiej,

1998 – 2015 – adiunkt na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej.

2015 – 2018 – profesor w Społecznej Akademii Nauk w Łodzi.

W roku 1983 uzyskałam stopień doktora nauk fizycznych na Uniwersytecie Wileńskim na Wydziale Fizyki (specjalność – fizyka półprzewodników). Rozprawa doktorska: „Исследование влияния глубоких примесей на термо- и фотоэлектрические явления в германии и кремнии в условиях разогрева носителей тока” – „Badanie wpływu głębokich domieszek na zjawiska termo- i fotoelektryczne w germanie i krzemie w warunkach nagrzewania nośników prądu” [autoreferat załączam].

W roku 2013 uzyskałam stopień doktora habilitowanego na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej [monografię załączam].

2. Opis kariery naukowej, w tym prowadzonych prac badawczych oraz realizowanej aktywności naukowej

Przedstawiam tylko najważniejsze badania obejmujące bloki tematyczne dotyczące określonego rozwiązywanego przeze mnie zagadnienia.

Nie uwzględniam badań o różnorodnej tematyce, wymienionych w wykazie publikacji dołączonym do niniejszego autoreferatu, w tym takich, jak np. badania właściwości jedwabiu wytwarzanego przez larwy chrzączki (silk produced by caddisfly larvae) cechującego się bardzo wysoką wytrzymałością [50, 53-54, 59, 102-104, 117].

Badania wpływu głębokich domieszek na termo- i fotoelektryczne zjawiska w Ge i Si w warunkach rozgrzewa nośników prądu.

W Wilnie w Instytucie Fizyki Półprzewodników Litewskiej Akademii Nauk uczestniczyłam w realizacji prac naukowych, które dotyczyły obszaru gorących elektronów. Gorące elektrony to elektrony w warunkach zmiennego silnego pola elektromagnetycznego powodującego zwiększenie energii kinetycznej elektronów. Wzrost energii kinetycznej jest określany wzrostem temperatury. W warunkach silnego pola elektromagnetycznego o super wysokiej częstotliwości występuje wzrost temperatury elektronów przy niezmienniej temperaturze siatki krystalicznej półprzewodnika. W badaniach częstotliwość fal pola elektromagnetycznego wynosiła 10 GHz, przy natężeniu pola w granicach od kilku do dziesięciu kV/cm. Materiałem badawczym były głównie Ge i Si z głębokimi domieszkami Ni i Au oraz z

¹ Nazwisko rodowe – Kniszewska, od roku 1969 do roku 1976 – Juškevičienė, od roku 1976- Michalak

objętościowymi n^+ -n przejściami. Badanie skutków nagrzewania się swobodnych nośników ładunku w półprzewodniku pod wpływem silnego pola elektrycznego umożliwia uzyskanie informacji o właściwościach fizycznych półprzewodników i może być zastosowane do tworzenia przyrządów półprzewodnikowych wykorzystujących efekty gorących nośników ładunku. Jednym z efektów szeroko stosowanych w oprzyrządowaniu półprzewodnikowym jest powstanie siły termo elektromotorycznej gorących nośników ładunku, gdy do półprzewodnika o przestrzennej lub powierzchniowej niejednorodności użytej odpowiednim wprowadzeniem głębokich domieszek przyłożone jest silne pole elektryczne. Stworzyłam model i po raz pierwszy odkryłam eksperymentalnie występowanie siły termo elektromotorycznej w półprzewodniku z ładunkiem przestrzennym i z udziałem gorących nośników ładunku. Poza tym badałam wpływ głębokich domieszek na zamrożoną powierzchniową foto przewodność w warunkach nagrzewania nośników prądu. Zamrożona foto przewodność to zjawisko, powstania w ściśle określonych warunkach wskutek oddawania lub przejmowania elektronów przez głębokie domieszki umieszczone w pasmie zabronionym kanałów przewodności n- lub p- typu na powierzchni półprzewodnika pod wpływem działania światła w temperaturze ciekłego azotu. Półprzewodnik może pozostawać w stanie foto przewodności przez dziesiątki godzin. Zbadałam warunki powstawania ujemnego przewodnictwa różniczkowego w kanałach zamrożonej foto przewodności na powierzchni półprzewodnika z zawartością głębokich domieszek. Istnienie ujemnego przewodnictwa różniczkowego w materiale daje możliwość wykorzystania go do generowania siły elektromotorycznej, tzn. zbudowania nowych generatorów sygnału elektrycznego o superwysokiej częstotliwości. Na podstawie przeprowadzonych badań zaproponowałam czujniki pomiaru mocy pola elektromagnetycznego, zaproponowałam sposób pomiaru temperatury gorących nośników ładunku, sposób wyznaczania elektrostatycznego ładunku powierzchniowego półprzewodnika.

Prace te zakończyłam 10 publikacjami i patentami, podanymi w wykazie publikacji [a-j], oraz uzyskaniem stopnia doktora nauk fizycznych.

Po rozpoczęciu pracy na Politechnice Łódzkiej w roku 1983 moje zainteresowania naukowe skierowałam na badania procesów włókienniczych oraz właściwości materiałów włókienniczych.

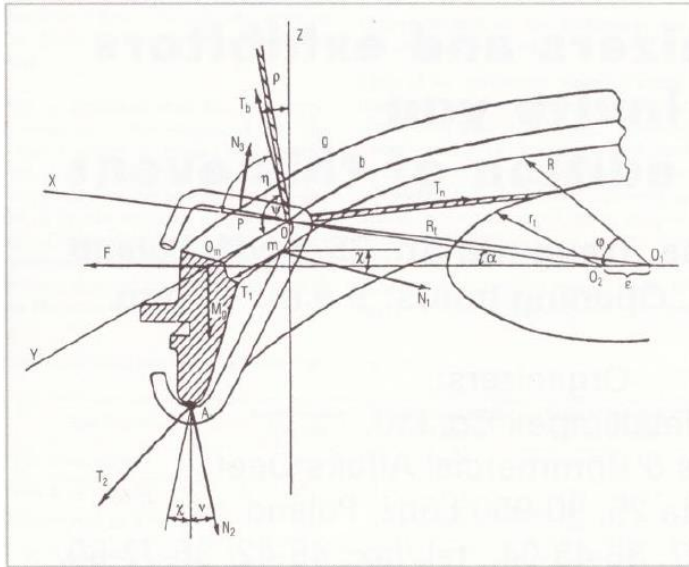
Uczestniczyłam w badaniach wpływu własności fizycznych włókien bawełny, włókien poliakrylonitrylowych i innych na ich przędnosć, włóchatosć przędz klasycznych oraz właściwości przędz rotoryowych [1-5, 9-11] i [69, 71, 72, 77]. Pod sugestią profesora Mariana Stasiaka (PŁ), który wskazał mi zagadnienie, rozpoczęłam badania układu skrętowo-nawojowego przędzarki obrączkowej.

Badania nad układem skrętowo-nawojowym wełniarskiej przędzarki obrączkowej.

Od roku 1989 skoncentrowałam się na badaniach współpracy biegacza typu „J”, obrączki stożkowej i nitki w warunkach dynamicznych w obecności wad układu w postaci mimośrodowości osadzenia wrzeciona oraz występowania efektu „bicia” wrzeciona wskutek luzów w łożyskach. Wady te mogą prowadzić do zwiększonej zrywności przędzy w procesie jej wytwarzania.

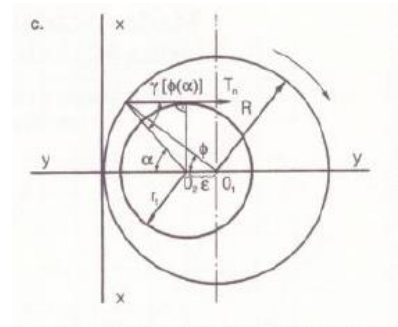
Stworzyłam teorię interakcji biegacza ze stalową obrączką stożkową w warunkach różnych modeli ruchu biegacza, traktując wrzeciono, obrączkę i przędzę jako trójelementowy układ cierny – układ trybologiczny. Rozpatrzyłam dwa przypadki: dwupunktowy oraz trójpunktowy styk biegacza z obrączką. Charakter styku zależy od prędkości ruchu biegacza. Na początku problem rozwiązałam biorąc pod uwagę typową wadę układów skrętowo nawojowych - mimośrodowe osadzenie wrzeciona. Następnie przeprowadziłam analizę układu skrętowo nawojowego dla warunków tak zwanego „bicia” wrzeciona wskutek luzów w osadzeniu wrzeciona. Analizę rozpoczęłam od dwustykowej konfiguracji biegacza i pierścienia. Następnie przeanalizowałam przypadek trójpunktowego kontaktu i otrzymałam analityczne wyrażenia opisujące siły działające na biegacz i przędzę.

Posłużyłam się podanym na rysunku 1 schematem, przedstawiającym rozpatrywany trójelementowy układ biegacz-obrączka-nitka. Przedstawienie układu biegacz-obrączka-nitka, w zaprezentowanym na rysunku ujęciu, zaproponował prof. Marian Stasiak.



Rys.1

Rozkład sił działających na biegacz w jego ruchu po obręczce z mimośrodowym o ϵ osadzeniem wrzeciona.



Rys.2.

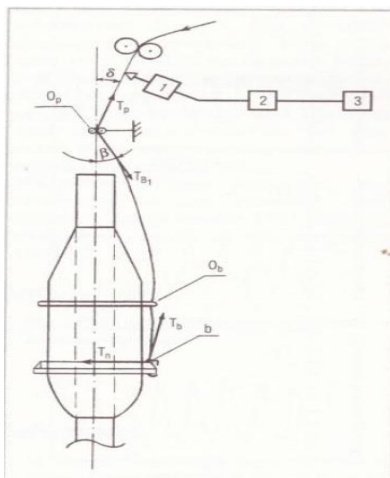
Widok układu biegacz-obręczka-nitka w płaszczyźnie obręczki z mimośrodowym osadzeniem wrzeciona względem środka obręczki w Kartezjańskim układzie współrzędnych x i y, w dowolnym momencie formowania nawoju.

W celu zmniejszenia objętości autoreferatu ograniczam opis wielkości, które jednoznacznie wynikają z przedstawionych rysunków.

Opisałam analitycznie warunki równowagi biegacza na obręczce w warunkach dwustykowego i trójstykowego ich kontaktu za pomocą równania. Podstawowe równanie równowagi w przypadku trójstykowego kontaktu biegacza z obręczką przedstawia wzór 1.

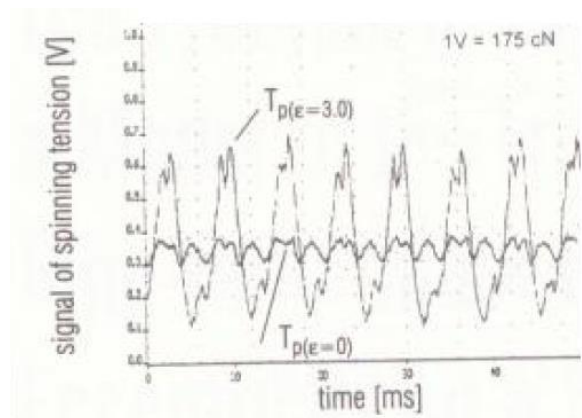
$$T_n \sin \gamma(\varphi(\alpha)) - \frac{T_B}{K} \cos \psi - \frac{T_B}{K} \mu \frac{\cos \rho}{\sin \kappa} + N_2 \mu \frac{\cos \nu}{\sin \kappa} - N_3 \mu \frac{\cos \nu}{\sin \kappa} + \frac{Mg\mu}{\sin \kappa} - \mu N_2 - \mu N_3 = 0 \quad (1)$$

Uzyskaną analityczną zależność matematyczną napięcia nitki w balonie zilustrowałam przykładem liczbowym. Została przeprowadzona weryfikacja eksperymentalna teoretycznych wyników z wykorzystaniem czujnika opracowanego przez profesora Krzysztofa Kowalskiego (Pł). Pomiary napięcia w przędzy przeprowadziłam wg schematu przedstawionego na rysunku 3.



Rys. 3.

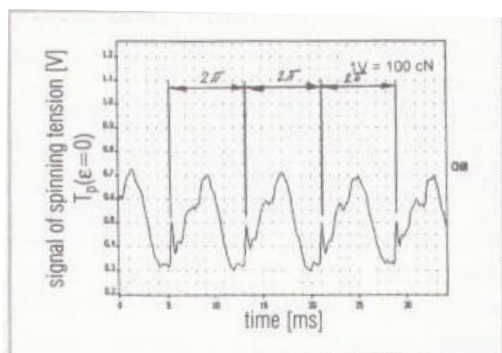
Schemat układu pomiarowego.
1 – czujnik drgań o częstotliwości własnej 12 kHz, 2 – wzmacniacz, 3 – komputer.



Rys. 4.

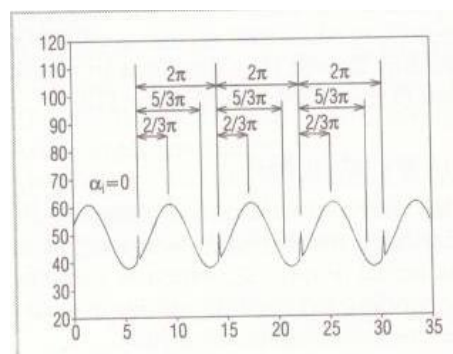
Oscylogramy napięcia w przędzy T_p przy $\epsilon = 0$ (tła) i przy mimośrodowości $\epsilon = 3$ mm.

Dokładne ustawienie, dla danego ϵ , osi wrzeciona względem środka pierścienia było możliwe dzięki zastosowaniu specjalnego regulowanego uchwytu pierścienia wyposażonego w śruby mikrometryczne.



Rys. 5.

Położenie eksperymentalnych wartości ekstremalnych (min, max) $T_{p(\epsilon>0)}$ na osi czasu podczas jednego obrotu biegacza.



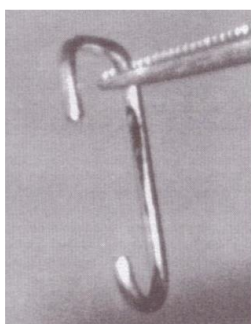
Rys. 6.

Położenie obliczonych wartości ekstremalnych (min, max) $T_{p(\epsilon>0)}$ na osi czasu z zaznaczonymi lokalizacjami $\alpha = 0, 2\pi, 4\pi$, etc.

Piki na krzywej eksperymentalnej powstały wskutek sztucznie wywołanego zaburzenia w celu jednoznacznego porównania z wynikami teoretycznymi.

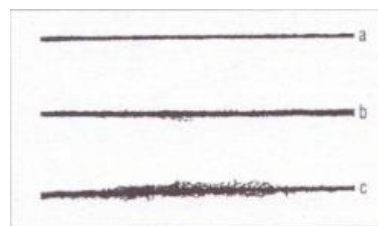
Wyznaczone eksperymentalnie występujące w nitce napięcia okresowe o okresie równym okresowi zakreślenia przez biegacz toru równego długości okręgu obrączki, o amplitudzie zależnej od wielkości mimośrodowości lub amplitudy „bicia wrzeciona” zestawiałam z otrzymanymi przeze mnie wynikami teoretycznymi. Potwierdziłam słuszność rozwiązań teoretycznych.

Wykazałam, że przy istnieniu mimośrodowości wrzeciona względem obrączki oraz przy występowaniu luzów w łożyskach biegacz podczas ruchu po obrączce nie styka się równomiernie z powierzchnią boczną obrączki na całej długości nóżki, a jedynie w dwu lub trzech punktach w zależności od prędkości jego ruchu po obrączce. Nierównomierny styk prowadzi do punktowego uszkodzenia powierzchni nóżki i następnie do jego pęknięcia w miejscach kontaktu. Na rysunku 6 przedstawiam powiększoną fotografię biegacza z widocznymi ubytkami na wewnętrznej powierzchni jego nóżki w miejscach styku z obrączką.



Rys. 6.

Powiększona fotografia biegacza o masie 125 mg po 1 godzinie pracy przy mimośrodowości $\epsilon = 2$ mm i prędkości obrotowej wrzeciona 9200 Hz.



Rys. 7.

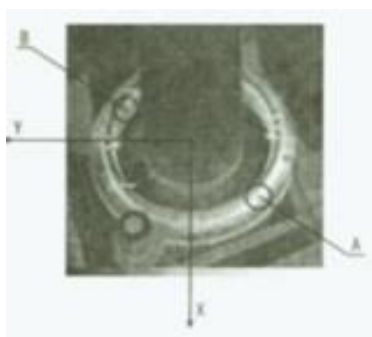
Powiększona fotografia przędzy obrączkowej o masie liniowej 47 tex wykonanej przy prędkości wrzeciona 7000 obr/min (biegacz o masie 125 mg): a) w warunkach, gdy $\epsilon = 0$ (bezwadliwa praca układu skręcającego); b), c) w warunkach mimośrodowości wrzeciona: b) $\epsilon = 1,7$ mm, c) $\epsilon = 4,25$ mm.

Ubytki masy prowadzą do pęknięcia biegacza, to powoduje zryw przędzy i prowadzi do zmniejszenia wydajności przędzarki z powodu przestojów potrzebnych na zmianę biegacza i połączenie zerwanej przędzy oraz powstawania nierównomierności przędzy wskutek istnienia łączów. Przedwczesna destrukcja biegacza prowadzi do dodatkowych kosztów produkcji. Poza tym przy wadliwej pracy

układu nawojowo-skrętowego, tzn. układu biegacz- obręczka-nitka występuje zwiększona włochatość przędzy. Ilustracją tego negatywnego zjawiska stanowi fotografia nitki przedstawiona na rysunku 7.

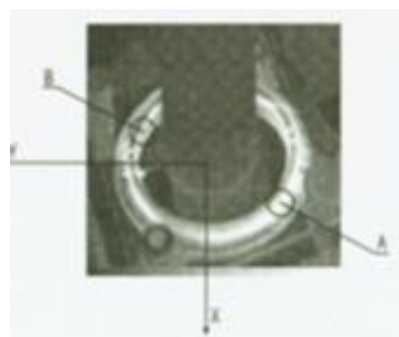
W celu przeprowadzenia dodatkowej weryfikacji pracy układu skrętowo nawojowego w warunkach dynamicznych za pomocą bezkontaktowych nieniszczących badań w roku 1991 zwróciłam się do zastosowania metody termowizyjnej. Były to pierwsze zastosowania termowizji w badaniach procesów włókienniczych. Badania te prowadziłam wspólnie z profesorem Więckiem (Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki), który dysponował kamerą termowizyjną. Profesor Więcek uczestniczył w interpretacji wyników.

Rozkład temperatury na powierzchni obrączki cechował się nierównomiernością. Nierównomierne nagrzewanie się roboczej powierzchni obrączki świadczy o nierównomiernym nacisku biegacza na obrączkę. Za pomocą badań termograficznych uzyskałam potwierdzenie wyników teoretycznych. Opracowałam nowe możliwości badań w warunkach dynamicznych układu skrętowo nawojowego. Termogram układu skrętowo-nawojowego w warunkach pracy bezwadliwej i w przypadku istnienia mimośrodowości przedstawiam na rysunkach 8 i 9.



Rys. 8.

Czarno-biała kopia termogramu układu biegacz-obręczka-nitka, przy $\varepsilon=0$; masa biegacza 0,0004 kg; chwilowy promień nawijania $r_1=0,0175$ m; prędkość biegacza $f=125$ okrążeń na sekundę.



Rys. 9.

Czarno-biała kopia termogramu układu biegacz-obręczka-nitka, przy $\varepsilon=0,002$ m; masa biegacza 0,0004 kg; chwilowy promień nawijania $r_1=0,0175$ m; prędkość biegacza $f=125$ okrążeń na sekundę.

Wyniki tych badań wniosły nowy element do tworzenia teorii dynamiki układów skręcających. Mają one duże znaczenie, ponieważ kwestia dynamicznej niewspółosiowości wrzeczona nie była opisana teoretycznie. Do tego czasu znane były tylko badania eksperymentalne.

Badania częściowo były prowadzone podczas realizowania projektu badawczego KBN 3T09B 083 09 / 959 „Tribologia trójczłonowego: biegacz-obręczka-nitka skojarzenia ciernego w przędzarce obręczkowej”, w którym byłam głównym wykonawcą.

Wyniki badań zostały opublikowane w pozycjach [12 – 22, 27-28] oraz przedstawione na konferencjach [68-70, 73-75]. Mój udział – 70%.

Zastosowanie metody termowizyjnej rozwijałam i wykorzystywałam w badaniach [23, 28, 30,] oraz późniejszych swoich badaniach przedstawionych w dalszej części autoreferatu.

Badania zjawisk elektrostatycznych w tekstyliach

W kolejnych latach poczynawszy od roku 1998 prowadziłam badania wpływu właściwości elektrostatycznych włókien na procesy zachodzące podczas ich przerobu. Dotyczyło to tak zjawisk powodujących trudności podczas przerobu włókien jak i wykorzystania tych właściwości do opracowania nowych wyrobów włókienniczych. Badania ukierunkowałam na opracowanie włókien elektretowych. Brałam udział w realizacji (z powodzeniem) dwóch projektów celowych KBN:

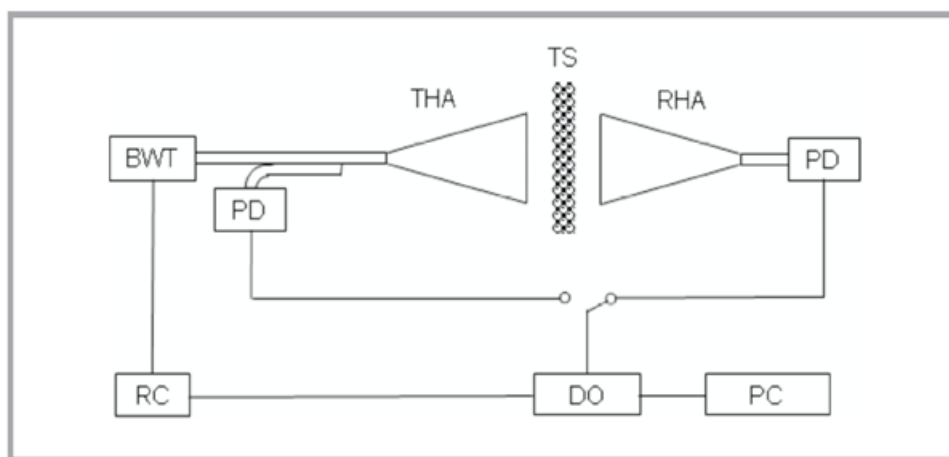
Projekt celowy KBN 7T08E565 97C/3719 „Uruchomienie produkcji przędz z mieszanek włókien poliakrylonitrylowych i konopnych” - główny wykonawca

Projekt celowy KBN 7 T08E 614 98 C/4326 "Uruchomienie produkcji wysoko skutecznych elektretowych włókien igłowanych przeznaczonych do produkcji filtrów i jednorazowych półmasek przeciwpylewych" - główny wykonawca

Badania barierowości tekstyliów względem promieniowania elektromagnetycznego superwysokiej częstotliwości.

Wiedza i doświadczenie uzyskane w pierwszych latach aktywności zawodowej zainspirowały mnie do podjęcia badań nad opracowaniem materiałów barierowych względem promieniowania elektromagnetycznego o superwysokich częstotliwościach. Do badań w takich częstotliwościach są potrzebne odpowiednie generatory, falowody, detektory. Metodykę poznałam podczas swojej pracy nad doktoratem. Współpracowałam w tym temacie głównie z Romualdem Brazisem, profesorem Litewskiej Akademii Nauk, w którego dyspozycji były elementy do zbudowania stanowiska pomiarowego w super wysokich częstotliwościach oraz niezbędne do prowadzenia pomiarów oprzyrządowanie. Współpraca nasza rozpoczęła się w roku 2000.

Pracowałam nad możliwością wytwarzania materiałów włókienniczych ograniczających transmisję przez nie promieniowania elektromagnetycznego wykorzystując określone surowce i technologie. Badania prowadziłam dla włókien igłowanych na bazie włókien chemicznych (polipropylenowych, poliakrylonitrylowych) wytworzonych w różnych warunkach technologicznych z udziałem włókien naturalnych takich jak len i konopie oraz włókien elektroprzewodzących. Włókniny do badań układane były w struktury warstwowe, które umieszczono w przestrzeni pomiędzy anteny tubowe. Typowe stanowisko pomiarowe przedstawiono na rysunku 10.



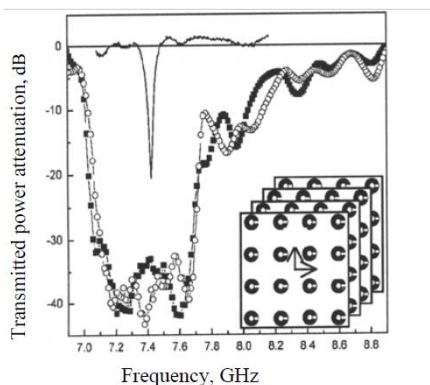
Rys. 10.

Typowe stanowisko pomiarowe do badań transmisji fali elektromagnetycznej superwysokich częstotliwości.

System obejmuje generator (lampa fali wstecznej - BWT) z wyjściem falowodu do tubowej anteny nadawczej (THA), badanej próbki (TS), antenę tubową odbiorczą fali transmitowanej (RHA) z wejściem do detektora punktowego (PD). Częstotliwość fali dostrojono przez rozładowanie kondensatora obwodu rezystancyjno-pojemnościowego (RC) przez obwód anodowy BWT. Napięcie anodowe i sygnał detektora rejestrowane przez oscyloskop cyfrowy (DO) są przechowywane i przetwarzane przez komputer osobisty (PC). Sprzęgacz kierunkowy wstawiony pomiędzy BWT i THA służy do pomiaru współczynnika odbicia fali.

Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie rekomendacji do wykorzystania określonych surowców do wytwarzania barierowych materiałów włókienniczych. Jednak tłumienie fali elektromagnetycznej nie było zadowalające.

W celu zwiększenia skuteczności ekranowania promieniowania elektromagnetycznego przez wyroby włókiennicze zwróciłam uwagę na badania przeprowadzone wcześniej przez profesora Brazisa w Wilnie nad utworzeniem „kryształu fotonicznego”. „Kryształy” te zostały zmontowane poprzez przy mocowanie identycznie zorientowanych rozciętych pierścieni do przezroczystych folii, tak aby uzyskać płaskie kwadratowe układy ze stałą odległością między środkami w płaszczyźnie. Idea tego rozwiązania jest jasna z analizy przedstawionego rysunku 11. Promieniowanie elektromagnetyczne po przejściu przez taki „kryształ” ulega tłumieniu. Częstotliwość, przy której występuje tłumienie fali zależy od parametrów i rozkładu przestrzennego zaimplementowanych elementów.



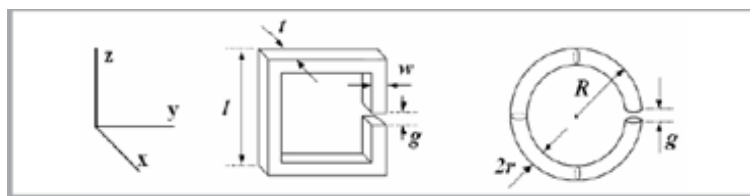
Rys. 11.

„Kryształ fotoniczny” złożony z rozszczepionych pierścieni miedzianych (wstawka) i tłumienie transmitowanej mocy w funkcji częstotliwości dla fali rozchodzącej się wzdłuż (kropki) i wpoprzek (kółeczka) osi binarnej.

W górnej wstawce przedstawiona jest funkcja rezonansowa pojedynczego pierścienia rozszczepionego. Średnica drutu pierścienia wynosi 0,54 mm, średnica wewnętrzna pierścienia - 4,5 mm, szczelina - 0,6 mm, a stała sieci krystalicznej wynosi od 10 mm do 12 mm.

Wzorując się na przykładzie kryształu fotonicznego zaproponowałam konstrukcję materiału włókienniczego z wykorzystaniem elementów redukujących transmisję fali elektromagnetycznej o odpowiedniej geometrii umieszczonych w ściśle określony sposób na powierzchni włókniny bądź tkaniny, uzyskując konstrukcję podobną do konstrukcji „kryształu fotonicznego”. Elementem takim może być rozszczepiony pierścień, który charakteryzuje się pojemnością elektryczną C (wskutek istnienia szczeliny w przewodniku) i indukcyjnością L (wskutek kształtu o charakterze zwoju), czyli stanowi układ drgający o częstotliwości $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Przy częstotliwości fali elektromagnetycznej równej częstotliwości własnej pierścienia występuje rezonans.

Przykładowe elementy metalowe redukujące transmisję fali elektromagnetycznej są przedstawione na rysunku 12.

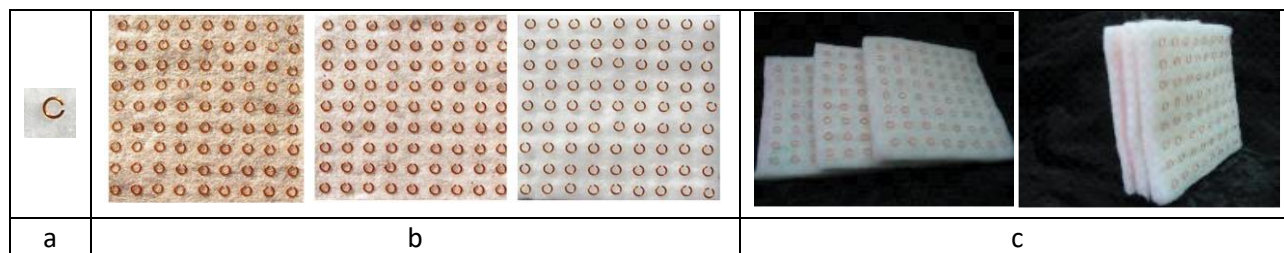


Rys. 12.

Rezonatory w postaci kwadratowej ramy i pierścienia wykonane z drutu w polu elektrycznym E fal rozchodzących się wzdłuż osi x i spolaryzowanych równoległe do osi z (wzbudzenie E) lub osi y (brak wzbudzenia).

Do dalszych badań wybrałam pierścień wytworzone z drutu miedzianego. Widok przykładowego pierścienia przedstawiam na rysunku 13a.

Wykonane zostały układy warstwowe z umieszczonymi na nich pierścieniami rozszczepionymi, tak jak to przedstawiam na rysunku 13b, c .



Rys. 13.

Fotografie struktur włókninowych z umieszczonymi na nich rozszczepionymi pierścieniami.

a – pojedynczy pierścień, b - pojedyncze warstwy włókniny, c - warstwowa struktura włókniny.

Kolejne badania przeprowadziłam dla tkanin.

Zastosowałam gotowe tkaniny z lnu (LI) i poliestru (PES) o splocie płóciennym z przędzy o masie liniowej 100 tex (tab. 1). Badałam pojedyncze warstwy. Próbkę tkaniny zostały wyhaftowane lakierowaną nicią z drutu miedzianego, tak aby stworzyć wzór pierścieni w kształcie litery C ze wszystkimi szczelinami zwróconymi w tym samym kierunku. Dwuwymiarowe układy wytworzonych ręcznie pierścieni przedstawiam na rysunku 8. Widoczne są nieregularności ściegów haftu wskutek sztywności drutu. Średnica nominalna pierścieni wynosi 5 mm, a szczelina nominalna 1,3 mm, niemniej jednak występowały przypadkowe odchylenia od tych wartości nominalnych.

Pomiary były prowadzone w laboratorium profesora Brazisa w Wilnie.



Rys. 14.

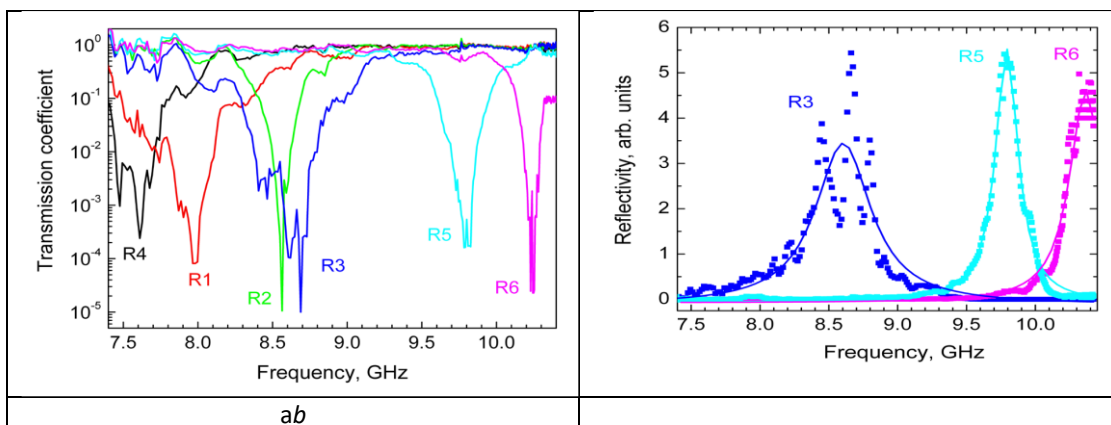
Dwuwymiarowe układy pierścieni z drutu miedzianego wyhaftowanych na próbkach tkaniny lnianej (po lewej) i poliestrowej (po prawej). Odległość między najbliższymi środkami pierścieni wynosi 10 mm.

Wytworzono kilka wariantów pierścieni, parametry przedstawiam w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry użytych do badań pierścieni.

Sample #	Ring external diameter 2R, mm	Gap width g, mm
R1	6	2.2
R2	5.2	1
R3	5	1.5
R4	6.5	2
R5	4.4	1.8
R6	4.3	1.48

Wyniki pomiarów dla kilku przykładów próbek pokazano na rysunku 15.



Rys. 15

- a) Współczynnik transmisji mikrofalowej w funkcji częstotliwości fali zmierzonej dla próbek z rozciągniętymi pierścieniami R1-R6;
 b) Współczynnik odbicia mikrofal w funkcji częstotliwości fali zmierzonej dla próbek z rozszczepionym pierścieniem R3, R5 i R6. Linie ciągłe reprezentują funkcję Lorentza dopasowaną do eksperymentalnych punktów danych.

Wymiary haftowanego wzoru przygotowanego w pierwszych eksperymentach pozwoliły na tłumienie transmisji fal w zakresie od 7 do 10 GHz. Wyroby tekstylne haftowane niemi przewodzącymi prąd elektryczny mogą mieć różne podłoża z włókien nieprzewodzących prądu elektrycznego (np. włókniny, dzianiny).

Powyższe wyniki zostały opublikowane w [31, 35, 39, 41, 49], oraz przedstawione na konferencjach [91, 94, 96, 120, 135], są chronione patentem 219508 (B1). Mój udział wynosi 40%

Opracowanie tekstylnych materiałów tekstronicznych;

W kolejnych latach prowadziłam badania nad opracowaniem nowych technologii włókienniczych, które umożliwiłyby włączenie obwodów elektronicznych, elementów elektroprzewodzących, piezoelektrycznych i optoelektrycznych oraz innych czujników do struktur tekstylnych.

Włókna odcinkowe z polipropylenu (PP) nieprzewodzącego prądu elektrycznego zostały użyte do wytworzenia włókien igłowanych przeznaczonych do stosowania jako podstawowe warstwy wyrobu tekstronicznego z kanałami elektroprzewodzącymi. Do badań wykorzystano druty miedziane oraz włókna stalowe i syntetyczne odcinkowe włókna elektroprzewodzące uformowane w pasma.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wstępnych zdecydowałam na próbę wprowadzania elementów przewodzących prąd elektryczny do warstw włókninowych sposobem mechanicznym. W celu zmniejszenia ryzyka uszkodzenia elementów przewodzących prąd część igieł została usunięta z igielnicy. Kanały powstały w wyniku tego procesu. Element imitujący czujnik został wbudowany w warstwy włókninowe wraz z przewodami łączącymi. Badania te były prowadzone w ramach projektów, w których byłam wykonawcą:

SPUB nr 307/6/PRUE/2006/7 „E-tekstylna ochrona – systemy zbudowane z mikro i nanostruktur włókienniczych do zastosowań w warunkach katastrof”,

Projekt finansowany z funduszy strukturalnych „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” nr umowy WKP_1/1.4.4/1/2005/4/4/238/ 2006/U, 2006-2008.

Projekt finansowany przez Unię Europejską PROETEX - NMP2-CT-2006-026987 “Protective and monitoring textiles for the human body”.

Finalnie wyprodukowany został produkt tekstroniczny przeznaczony do pozyskiwania danych i przesyłania sygnałów elektrycznych podczas monitorowania parametrów fizjologicznych człowieka.

W ramach realizacji w/w projektów z drutu NiTi (z pamięcią kształtu) cechującego się działaniem jednokierunkowym opracowałam „inteligentny” element, który przy pobieraniu energii cieplnej zwiększał objętość i powracał do stanu początkowego przy oddawaniu energii cieplnej. Elektrycznie sterowany (nagrzewany) „inteligentny” element przewidziany był do zastosowania do zdalnego pomiaru ciśnienia tętniczego człowieka przebywającego w oddaleniu i ubranego w inteligentne ubranie z implementowanym czujnikiem. Opracowany element z pamięcią kształtu może być zastosowany do produkcji inteligentnych urządzeń masujących sterowanych zdalnie. Rozwiązania są chronione patentami 213713, 213714, 214266, 216923 (B1), 218798 (B1).

Badania te prowadziłam również w ramach projektów, w których byłam wykonawcą:

KBN nr 3 TO8E 061 128 „Tekstroniczny inteligentny wyrób włókienniczy do monitorowania parametrów fizjologicznych człowieka”,

Projektu finansowanego z funduszy strukturalnych „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” nr umowy WKP_1/1.4.4/1/2005/4/4/238/ 2006/U, 2006-2008.

W trakcie realizacji projektu „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” brałam udział w badaniach parametrów elektrycznych włókien w zakresie wielkich częstotliwości i innych badaniach potrzebnych do wytwarzania anten tekstylnych. Anteny tekstylne zostały opracowane i zaimplementowane do ubrania strażackiego nowej generacji. Wyniki były opublikowane [37,39, 52], zaprezentowane na konferencjach [30, 31, k51] oraz są chronione patentem 216923 (B1). Mój udział - 40%.

Badania tekstyliów z wykorzystaniem termografii w podczerwieni

Po zastosowaniu termografii w podczerwieni do identyfikacji procesów zachodzących w układzie skrętowo-nawojowym przędzarki obrączkowej podjęłam się opracowania tej metody badawczej do innych zastosowań. Zastosowałam ją tak do badań statycznych jak i dynamicznych. Badałam statyczne rozkłady temperatur na powierzchni płaskiego wyrobu w trakcie użytkowania przez człowieka w celu określenia wpływu rodzaju surowca na fizjologiczne właściwości odzieży.

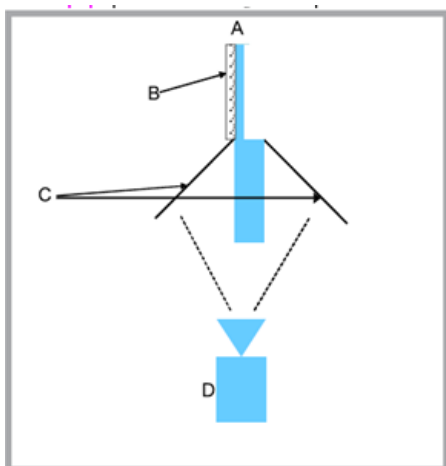
W warunkach dynamicznych badałam możliwość obserwacji nadmiernych naprężeń przed wystąpieniem pęknięcia w materiałach dziewiarskich oraz kompozytowych poddanych rozciąganiu. Badania rozkładu temperatury rozciąganej próbki wykazały, że w chwili poprzedzającej zerwanie, w miejscu w którym nastąpi to zerwanie, obserwuje się wzrost temperatury. Badania te wskazują na możliwość zastosowania tej metody do diagnozowania wytrzymałości kompozytów i przewidywania ich destrukcji wskutek powstałych naprężeń, które można zidentyfikować [30, 44, 45,52, 55, 76]. Mój udział – 50%.

Opracowanie metody badań właściwości cieplnych tekstyliów za pomocą termografii w podczerwieni w warunkach dynamicznych.

Niezmiernie ważnym było opracowanie bezstykowej metody rejestracji przepływu ciepła przez materiał płaski w kierunkach poprzecznym i podłużnym w warunkach dynamicznych. Wszystkie do tego czasu istniejące metody pomiaru przewodności cieplnej materiałów lub innych związanych parametrów odbywało się metodami kontaktowymi. Przed rozpoczęciem moich badań metoda bezstykowa nie istniała. Nie było możliwości badania właściwości wyrobów inteligentnych zawierających elementy o zmiennych w czasie dostarczania ciepła parametrach.

Schemat opracowanego przeze mnie stanowiska przedstawiam na rysunku 16.

Nowa metoda polega na analizie i interpretacji rejestrowanych kamerą termowizyjną zależności czasowych temperatury, tzn. rozkładu temperatur mierzonych jednocześnie po obu stronach płaskiej próbki: w części nagrzanej oraz w części nienasświetlonej promieniowaniem podczerwonym. Zaprojektowałam i zbudowałam stanowisko pomiarowe; schemat na rysunku 16.



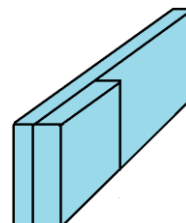
Rys. 16.

Schemat stanowiska pomiarowego.

A - próbka w układzie dwuwymiarowym;

B - element grzejny;

C - lustra podczerwieni; D - kamera termowizyjna



Rys. 17.

Struktura próbki w układzie trójwymiarowym

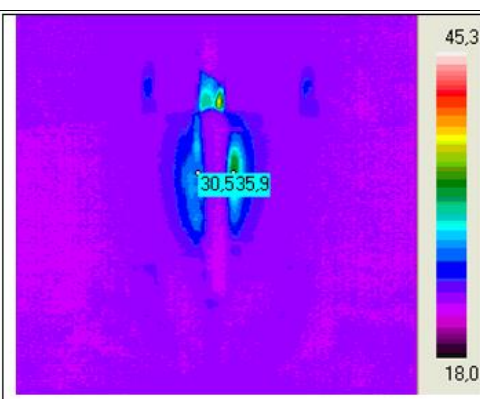
Ważną częścią stanowiska są dwa metalowe lustra ustawione względem siebie pod kątem 90° . Próbka jest ustawiona pionowo i umieszczona pomiędzy lustrami. Powierzchnia jednej części próbki jest poddawana działaniu ciepła. Strumień cieplny przechodzi po powierzchni próbki w obszar nieogrzewany i dalej w stronę powierzchni przeciwległej. Kamera termowizyjna znajduje się na linii stanowiącej przedłużenie podłużnej osi próbki. Sygnał zarejestrowany przez kamerę przekazywany jest do komputera do dalszej obróbki. W ten sposób możliwa jest jednoczesna rejestracja rozkładu temperatur na przeciwległych powierzchniach – po stronie ogrzewanej i nieogrzewanej. Stanowisko może być również używane do standardowych pomiarów bez lusterek, które można łatwo zdemonstrować

Stanowisko posiada dwie możliwości ogrzewania próbek: tradycyjnym elementem grzejnym (spiralą oporową) oraz z zastosowaniem elementu Peltier'a. Rysunek 18 przedstawia fotografię stanowiska pomiarowego wraz z próbkami.



Rys. 18.

Fotografia stanowiska pomiarowego z dwiema próbkami.



Rys. 19.

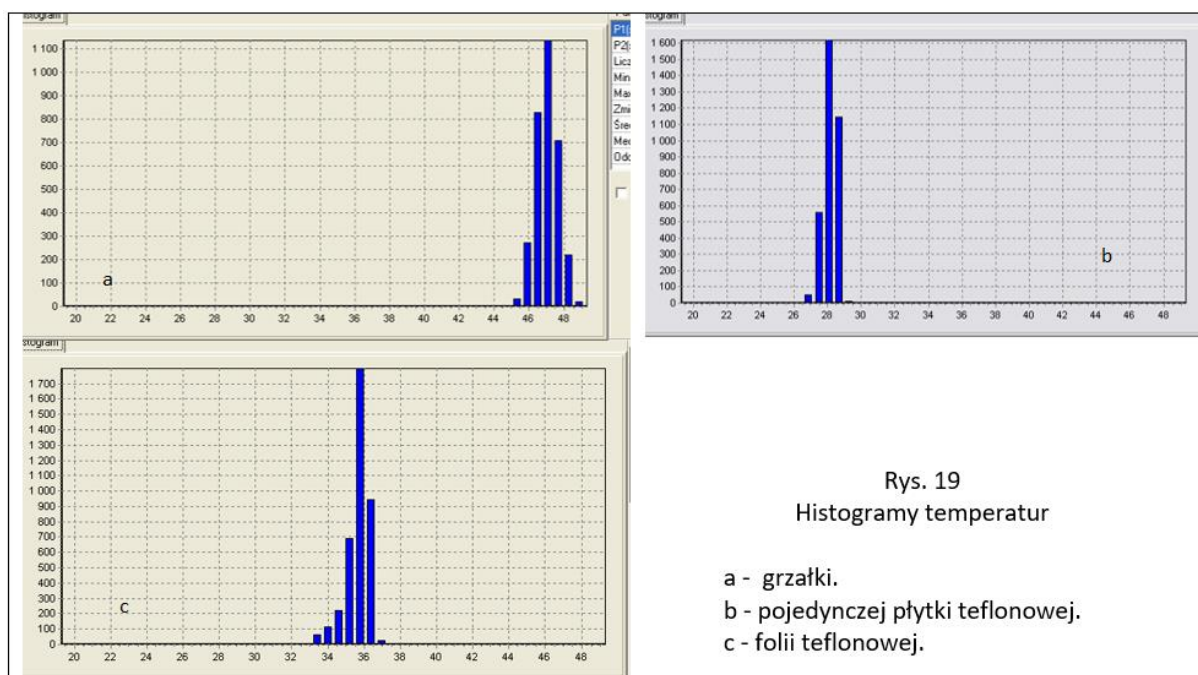
Przykładowy termogram próbki

Na rysunku 18 pokazane jest stanowisko widziane przez kamerę termowizyjną. Na zarejestrowanym termogramie (rys. 19) widoczny jest po prawej stronie, odbity w lustrze obraz grzanej strony próbki, a po lewej stronie obraz nieogrzewanej strony próbki. Analiza rozkładu temperatur na obu powierzchniach umożliwiła ocenę procesów cieplnych w badanym materiale.

Badanie mechanizmów transportu ciepła

Transport energii cieplnej przez materiał tekstylny w ogólnym przypadku odbywa się drogą przewodzenia, konwekcji i promieniowania. Postawiłam hipotezę o możliwości określenia roli poszczególnych mechanizmów transportu energii cieplnej za pomocą metody termowizyjnej.

Posłużyłam się próbką wykonaną z płytek teflonowych (policzterofluoroetylenowych). Zastąpienie rzeczywistego materiału włókienniczego teflonem spowodowane było tym, że badania mechanizmów transportu ciepła nie były jeszcze nigdy prowadzone, a policzterofluoroetylen, będąc materiałem litym pozwolił uniknąć niedokładności interpretacji wyników, związanych z niejednorodnością cech, występujących w materiałach włókienniczych. Poza tym, materiał ten jest częściowo przezroczysty dla promieniowania podczerwonego, co pokazuje przykład histogramów przedstawiony na rysunku 19. Na rysunku tym przedstawiono również dane z pomiarów.



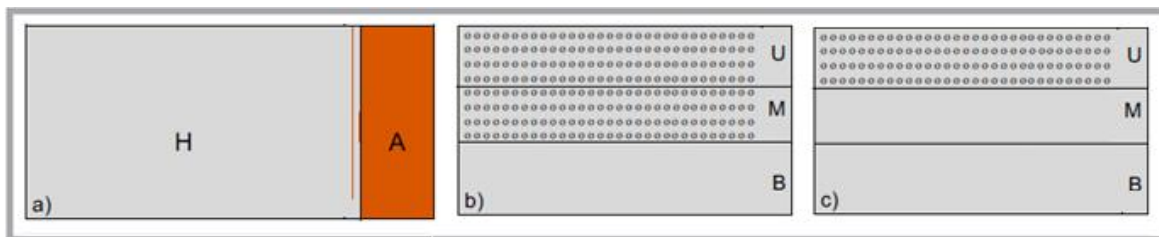
W przypadku tego materiału przy średniej temperaturze grzejnika wynoszącej 46,8°C, temperatura folii o grubości 0,1 mm wynosiła 37,2°C, a płyty o grubości 3 mm 27,8°C. Dodatkową zaletą wyboru teflonu było to, że jest łatwy w obróbce i trwały.

Wykorzystałam trzy płytki. Płytki połączono ze sobą mechanicznie, by stanowiły zwarty układ a jednocześnie mogły imitować układ tekstylny. W dwóch płytkach zostały nawiercone specjalne otworki imitujące pory rzeczywistego materiału tekstylnego.

Schemat rozmieszczenia otworków na każdej płytce pokazano na rysunkach 20, 21, i 22.

Płytki umieszczone są w pozycji pionowej, strefa nagrzewania znajduje się poza obszarem rejestrowanym kamerą, tzn. za lustrami. W górnej części układu otworki znajdują się w dwóch płytkach, w części środkowej otworki są tylko w płytce wewnętrznej, a część dolna jest bez otworków. Pomiędzy płytkami jest warstwa powietrza. Tę powierzchnię roboczej części próbki, której przedłużenie stanowi strefę nagrzewania nazwałam powierzchnią albo stroną „O”, przeciwległą powierzchnię - „N”.

U – górna część, M – środkowa, B – dolna.



Rys. 20.

Płytką zewnętrzną, część płytki A kontaktuje się z powierzchnią grzejnika

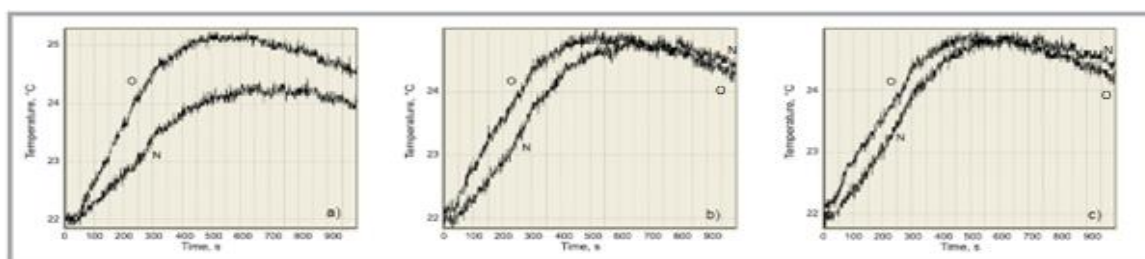
Rys. 21.

Wewnętrzna nieogrzewana płytką perforowana

Rys. 22.

Zewnętrzna nieogrzewana płytką nieperforowana

Na rysunkach 23 – 25 przedstawiam przykładowe przebiegi czasowe temperatury dla jednej pary punktów na powierzchniach **O** i **N** znajdujących się odpowiednio w górnej, środkowej i dolnej części próbki.



Rys. 23.

Przebiegi czasowe temperatury po stronie **O** i **N** w górnej części próbki (otworki w obu płytkach).

Rys. 24.

Przebiegi czasowe temperatury po stronie **O** i **N** w środkowej części próbki (otworki w środkowej płytce).

Rys. 25.

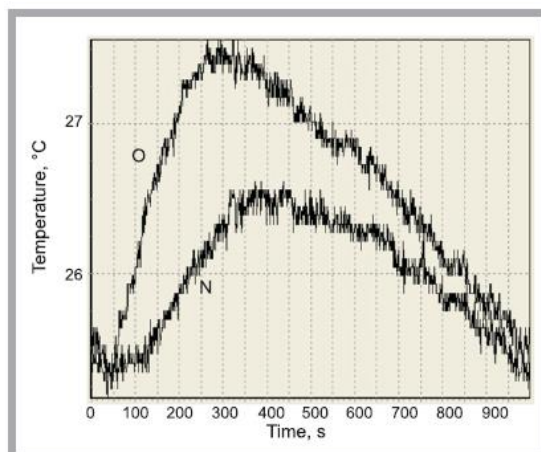
Przebiegi czasowe temperatury po stronie **O** i **N** w dolnej części próbki (bez otworków).

Analiza wyników wykazała:

- W przypadku próbki imitującej próbkę włókienniczą, tzn. w obszarach z otworkami transport ciepła odbywa się drogą przewodzenia, konwekcji i promieniowania. W próbce, składającej się z płytek bez otworków (rys 21, obszar B) transport energii cieplnej odbywa się przez przewodzenie i promieniowanie.
- Stwierdzenie, że transport ciepła następuje drogą promieniowania jest uzasadnione tym, że na prezentowanych wykresach, wzrost temperatury na przeciwległych powierzchniach próbek rozpoczyna się w tym samym momencie. Przypomnieć należy, że teflon jest częściowo przezroczystym dla promieniowania podczerwonego.
- Zidentyfikowanie mechanizmu konwekcji jest możliwe na podstawie wyników otrzymanych w próbkach z otworkami. W obszarach z otworkami tylko w płytce wewnętrznej (rys. 21, obszar M), gdzie możliwy jest ruch powietrza, po osiągnięciu maksymalnej temperatury przez powierzchnię ogrzewaną, przeciwległa powierzchnia nadal ogrzewa się i jej temperatura przekracza temperaturę powierzchni poddanej działaniu strumienia cieplnego pochodzącego od grzałki. W próbce z otworkami w dwóch płytkach (rys. 21, obszar U), proces ten jest bardziej wyraźny, niż w próbkach z otworkami zamkniętymi pomiędzy dwiema zewnętrznymi płytkami.

W celu przeprowadzenia eksperymentu, potwierdzającego pierwszy wniosek o występowaniu mechanizmu przenoszenia ciepła drogą promieniowania, zmodyfikowałam badany układ próbek. Po między płytką zewnętrzną bez otworków (powierzchnia ogrzewana) a pozostałymi płytkami umieściłam folię aluminiową nie przepuszczającą promieniowania elektromagnetycznego z badanego zakresu częstotliwości.

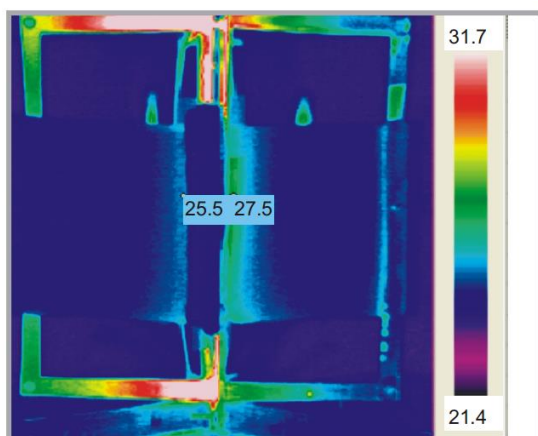
Wyniki przedstawiam na rysunku 26.



Rys. 26.

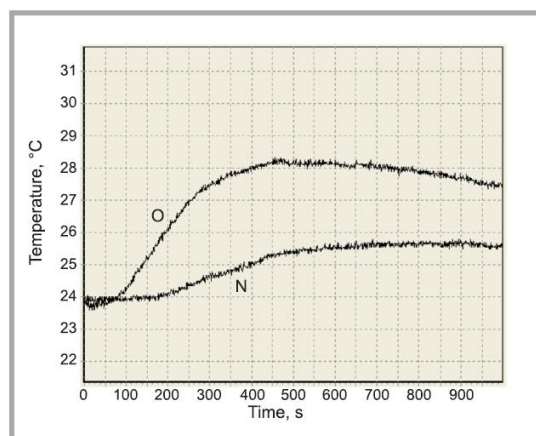
Przebiegi czasowe temperatury po stronie ogrzewanej **O** (górna krzywa) i nieogrzewanej **N** (dolna krzywa) układu z folią metalową.

Wykazałam poza tym, że opracowaną metodę można wykorzystać do bezkontaktowego badania zjawisk cieplnych w wyrobach włókienniczych. Badania potwierdzające przeprowadziłam z wykorzystaniem próbki włókninowej wytworzonej techniką igłowania z włókien konopnych. Ilustrujące wyniki na rysunku 27a i 27b.



Rys. 27a.

Termogram włókniny konopnej w 425. s obserwacji. Na termogramie są widoczne obydwa lustra



Rys. 27b.

Przebiegi temperaturowe w czasie dla pary punktów na rys. 27a.

Wyraźne opóźnienie momentu początku wzrostu temperatury na powierzchni nieogrzewanej w stosunku do wzrostu temperatury powierzchni ogrzewanej świadczy o absorpcji promieniowania ciepłego przez włókninę konopną.

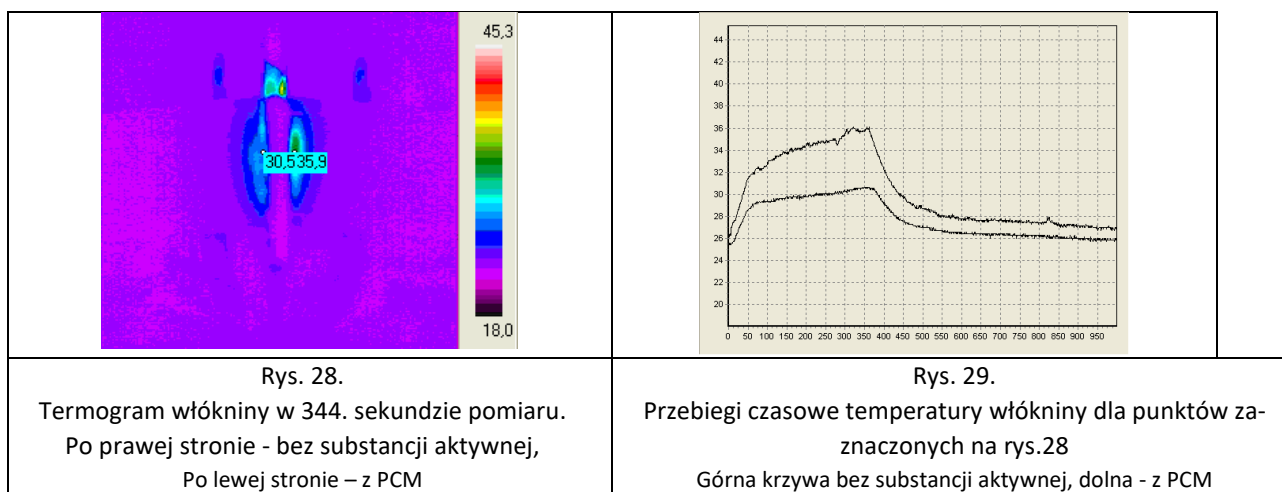
Podsumowując:

- Zweryfikowałam hipotezę o możliwości oceny właściwości cieplnych i identyfikacji mechanizmów transportu energii cieplnej w płaskich materiałach włókienniczych.
- Przeprowadziłam pomyślnie weryfikację hipotezy na próbkach wzorcowych wykonanych z jednolitego materiału o strukturze imitującej wyrób włókienniczy.

- Wykazałam, że za pomocą zaproponowanej bezkontaktowej metody z wykorzystaniem luster podczerwieni można zidentyfikować i określić udział każdego mechanizmu w ogólnym procesie transportu energii cieplnej w wyrobie włókienniczym.

Przedstawiam poniżej przykład badań za pomocą opracowanej metody termowizyjnej materiałów z przemianą fazową (ang. Phase Change Materials – PCM). Analiza wyników badań właściwości termicznych włókien z zawartością substancji aktywnych lub bez nich oparta jest na analizie „mapy rozkładu” temperatur na analizowanej powierzchni. Wyznaczany jest rozkład temperatur, a następnie różnica temperatur w punktach znajdujących się na przeciwległych powierzchniach badanych próbek.

Rysunek 28 przedstawia termogramy włókniny z PCM i bez substancji aktywnej. Rysunek. 29 przedstawia przebiegi czasowe temperatury próbki w zaznaczonych na rysunku 28 punktach.



Po stronie prawej termogramu, tzn. po stronie próbki bez substancji aktywnej zaznaczono punkt o temperaturze 35,9°C, natomiast punkt będący jego odpowiednikiem po stronie z PCM ma temperaturę 30,5°C.

Opracowana przeze mnie metoda pozwala na prowadzenie bardzo szerokiej analizy zjawiska zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Ma szereg zalet oprócz oczywistej zalety związanej z pomiarem bezkontaktowym). Wśród zalet wymienić należy:

- możliwość jednoczesnej rejestracji rozkładu temperatur na przeciwległych powierzchniach wyrobu płaskiego,
- możliwość obserwacji rozchodzenia się strumienia ciepłego w kierunku poprzecznym i w kierunku wzdłużnym,
- możliwość prowadzenia badań w warunkach nieustalonych,
- możliwość przeprowadzenia analizy w czasie i przestrzeni.
- możliwość prowadzenia badań materiałów inteligentnych o zmiennych w czasie parametrach cieplnych,
- możliwość prowadzenia badań w dowolnym zakresie temperatur.

Prowadzenie badań w warunkach nieustalonych jest szczególnie cenne w przypadku materiałów o zależnych od temperatury parametrach termicznych.

Jak już wspomniałam, metodę można stosować również do badań bez użycia luster. Lustra mogą być z łatwością usuwane i ponownie montowane.

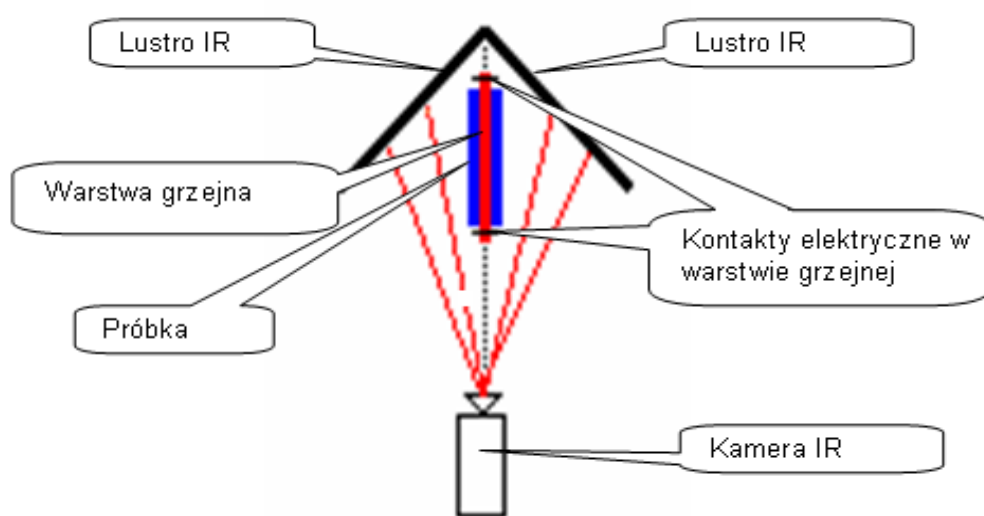
Praca wykonana była w trakcie realizacji projektu badawczego KBN 3 T08E 050 28 „Badanie właściwości ciepło izolacyjnych inteligentnych materiałów włókienniczych nową bezkontaktową

metodą”, 2005-2008, którego byłam kierownikiem. Wyniki były opublikowane [45 - 46, 48] oraz zaprezentowane na konferencjach [93, 95, 98, 99, 101]. Jest to moja metoda autorska w 100%.

Badania właściwości cieplnych **inteligentnych** materiałów tekstylnych za pomocą termografii w podczerwieni.

W badaniach dotyczących przede wszystkim materiałów inteligentnych zaproponowałam inny układ pomiarowy. Metodę opracowałam do wyznaczenia charakterystyk cieplnych materiałów zależnych od temperatury, głównie do wyznaczenia przewodności cieplnej właściwej.

Układ podobnie jak w przypadku wcześniej opracowane metody z lustrami posiada dwa pionowe lustra podczerwieni ustawione pod kątem 90° względem siebie oraz kamerę termowizyjną (kamera IR). Nowością jest sposób doprowadzenia ciepła do próbki. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rysunku 30.



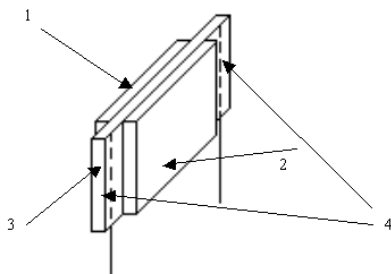
Rys. 30.
Schemat stanowiska pomiarowego

Kamera termowizyjna znajduje się na osi wzdłużnej układu pomiarowego. Element grzejny oraz badana próbka umieszczone są między lustrami w osi symetrii w pozycji pionowej. Element grzejny wykonano z włókniny elektroprowadzącej zamocowanej w specjalnej ramce z doprowadzeniami elektrycznymi. Do badań przygotowywałam zawsze dwie jednakowe próbki włókninowe. Zarówno element grzejny, jak i próbki miały kształt prostokąta. Każdą próbkę łączono z warstwą grzejną zachowując dobry kontakt mechaniczny i dobrą izolacyjność elektryczną z elementem grzejnym. Powstaje w ten sposób trójwarstwowy układ pomiarowy: warstwa wewnętrzna – grzejna i dwie warstwy zewnętrzne – badane próbki. Element grzejny podłączono do źródła prądu elektrycznego, którego moc jest regulowana i rejestrowana. Prąd elektryczny przepływając przez warstwę wewnętrzną układu nagrzewa ją. W wyniku przepływu ciepła na zewnątrz nagrzewają się badane próbki. Rozkład temperatury na powierzchniach obu próbek jest rejestrowany za pomocą kamery termowizyjnej.

Wykorzystanie dwóch jednakowych próbek umożliwia lepszą kontrolę zjawiska nagrzewania, ponieważ oddawanie ciepła odbywa się wówczas symetrycznie do obu próbek, co ułatwia określenie warunków brzegowych przy opracowaniu modelu teoretycznego.

Rejestrowane są termogramy rozkładu temperatur na powierzchniach zewnętrznych obu próbek. Zasadnym jest stosowanie rejestracji dwustronnej i wykorzystanie wyników pomiaru temperatury obu próbek, ponieważ można wówczas otrzymywać wyniki uśrednione. Jest to ważne w przypadku badania materiałów włókienniczych charakteryzujących się zwykle pewną nierównomiernością.

Przeprowadziłam pomiary rozkładu temperatury na powierzchniach zewnętrznych próbek i wyznaczyłam funkcję zależności temperatury dla dowolnie wybranej pary przeciwnych punktów na powierzchniach próbek. Schematyczny układ wykonanej struktury pomiarowej przedstawiam na rysunku 31, a fotografię rzeczywistego – na rysunku 32.



Rys. 31.

Struktura pomiarowa do wyznaczania właściwości cieplnych;

1, 2 – badane próbki, 3 - warstwa grzejna,
4 – połączenia z przewodu stalowego

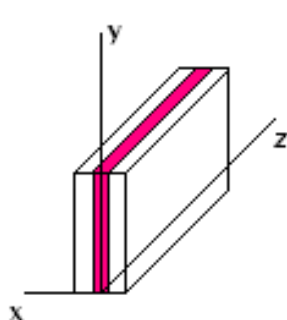


Rys. 32.

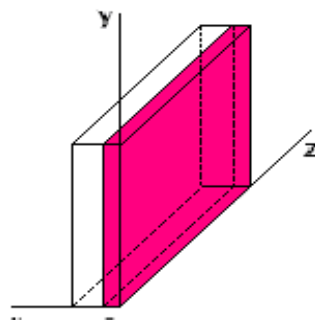
Fotografia rzeczywistej struktury pomiarowej.

Ze względu na jednakowe warunki wymiany ciepła na powierzchniach zewnętrznych struktury pomiarowej, w modelu teoretycznym przyjąłam, że rozkład temperatury jest symetryczny względem płaszczyzny YZ (Rys. 33). Dlatego dalej analizowałam tylko jedną próbkę. Strukturę pomiarową podzieliłam na dwie równe części, prowadząc płaszczyznę podziału przez środek warstwy grzejnej (Rys.33 a) i pozostawiając do analizy już tylko jedną część, pokazaną na rysunku 33b.

Dla celów obliczeniowych wydzielony fragment struktury pomiarowej obrócono o 90°. Przedstawiam ją na rysunku 34.



a

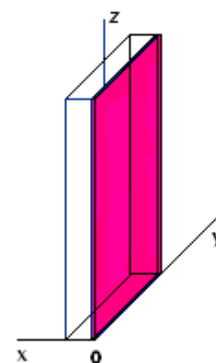


b

Rys. 33.

Struktura próbki analizowana w modelu matematycznym:

a – struktura pomiarowa,
b – analizowana w modelu matematycznym część struktury



Rys. 34.

Przyjęty do analizy układ struktury pomiarowej

Wymiary próbki (Rys.34) oznaczono b_x , b_y , b_z .

Model matematyczny opisujący pole temperatury w badanych próbkach stworzono w oparciu o ogólne równanie Kirchhoffa-Fouriera dla układu trójwymiarowego.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) + q_v = c\rho \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2)$$

gdzie;
 t – czas,
 x, y, z – współrzędne w układzie Kartezjańskim,
 T – temperatura bezwzględna,
 λ_x – przewodność cieplna właściwa w kierunku x ,
 λ_y – przewodność cieplna właściwa w kierunku y ,
 λ_z – przewodność cieplna właściwa w kierunku z ,
 q_v – wydajność cieplna źródeł wewnętrznych,
 ρ – gęstość materiału,
 c – ciepło właściwe.

W ogólnym przypadku przewodność cieplna właściwa jest funkcją temperatury - $\lambda = f(T)$.

Przy tworzeniu modelu założyłam, iż badany materiał jest izotropowy. W tej sytuacji wartości $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ są jednakowe i można zastąpić je wartością λ . Do rozwiązania przedstawionego równania (2) opisującego pole cieplne w próbce przy określonych warunkach brzegowych posłużyłam się programem Flex PDE 6. Wyzaczyłam zależną od temperatury przewodność cieplna właściwą.

W obliczeniach pominęłam cienką folię teflonową, wychodząc z założenia, że nie ma ona wpływu na wyniki obliczeń ze względu na wysoką przewodność cieplną. Uzyskałam dobrą zgodność między wynikami eksperymentalnymi i teoretycznymi. Model teoretyczny umożliwia wyznaczenie zmiennych w czasie parametrów termicznych.

Reasumując, opracowałam model teoretyczny pozwalający na określenie przebiegu zmian temperatury na zewnętrznej powierzchni próbki w czasie.

Praca wykonana była w ramach realizacji projektu badawczego KBN 3688/B/T02/2009/36 „Opracowanie metody wyznaczania zależnych od temperatury parametrów termalnych włókienniczych materiałów inteligentnych”, którego byłam kierownikiem.

Wyniki były opublikowane [51, 52] oraz w monografii Marina Michalak, „Badanie przewodności cieplnej materiałów włókienniczych”, Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe nr 1122, Łódź, 2012. Jest to moja metoda autorska w 100%.

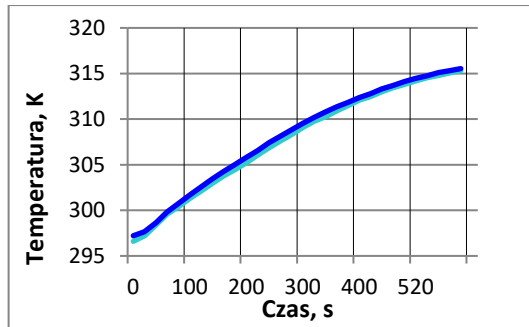
Opracowanie tekstylnych materiałów inteligentnych oraz badanie ich za pomocą opracowanej przeze mnie metody termowizyjnej

1. Materiały włókiennicze zawierające PCM

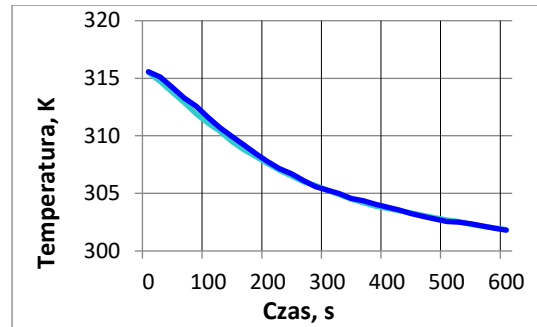
W niniejszym autoreferacie przedstawiam tylko jeden przykład badań materiału zawierające PCM. Struktura pomiarowa składała się z jednej (środkowej - wewnętrznej) warstwy grzejnej - włókniny igłowanej wykonanej z włókien elektroprowadzących i dwóch warstw zewnętrznych – właściwych próbek z włókniny igłowanej zawierającej mikrokapsuły z przemianą fazową o temperaturze 35°C - PX35.

Po podłączeniu napięcia do dwóch przeciwległych krawędzi warstwy grzejnej rejestrowałam proces nagrzewania się powierzchni próbek. Rejestrację prowadzono przez 600 s, proces nagrzewania trwał 360 s. Po odłączeniu źródła prądu następował proces stygnięcia próbki. Przy czym proces nagrzewania trwał 6 min, po czym następował proces stygnięcia – 4 min.

Na rysunku 35 przedstawiam przebiegi czasowe temperatury otrzymane teoretycznie i eksperymentalnie dla próbki z materiału z PX35.



a - ogrzewanie



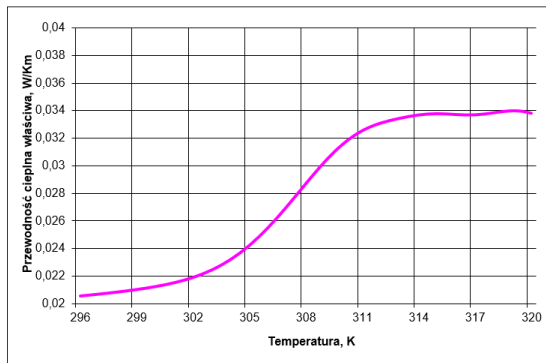
b - stygnięcie

Rys. 35.

Przebieg czasowy temperatury obliczony i zmierzony w punkcie o współrzędnych $x = b_x$, $y = b_y / 2$, $z = b_z / 2$; (a- grzanie, b - stygnięcie)

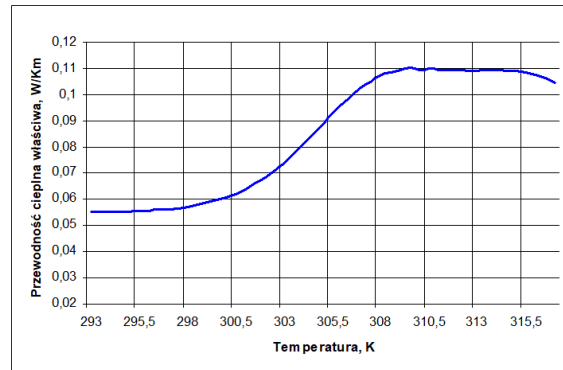
Zmierzone wielkości, przedstawione na rysunku 35a są zbieżne z wynikami obliczeniowymi. Podobną zbieżność zaobserwować można na rysunku 35b dla procesu stygnięcia.

Otrzymałam zależności przewodności cieplnej właściwej od temperatury w procesie stygnięcia i w procesie grzania (Rys. 36a i 36b) opisane wzorami pod rysunkami.



Rys.36a.

Zależność przewodności cieplnej właściwej od temperatury dla materiału z PX35 - grzanie



Rys.36b.

Zależność przewodności cieplnej właściwej od temperatury dla materiału z PX35 – stygnięcie

$\lambda_{CZ2(stygn.)} = 0,0182 + 0,03 \exp \left[-\frac{(T-305)(T-324)}{25} \right] +$ $- 0,005 \exp \left[-\frac{(T-318)^2}{5} \right]$	$\lambda_{CZ2(stygn.)} = 0,055 + 0,04 \exp \left[-\frac{(T-308)^2}{20} \right] + 0,01 \exp \left[-\frac{(T-305)^2}{15} \right]$ $+ 0,04 \exp \left[-\frac{(T-315)^2}{30} \right] + 0,015 \exp \left[-\frac{(T-320)}{40} \right] \cdot \frac{W}{m \cdot K}$
---	--

Praca wykonana była w ramach realizacji projektu badawczego KBN 3688/B/T02/2009/36 „Opracowanie metody wyznaczania zależnych od temperatury parametrów termalnych włókienniczych materiałów inteligentnych”, którego byłam kierownikiem. Wyniki były opublikowane w monografii: Marina Michalak, „Badanie przewodności cieplnej materiałów włókienniczych”, Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe nr 1122, Łódź, 2012. Są to w 100% moje autorskie wyniki.

Wytwarzanie materiałów z pamięcią kształtu o działaniu dwukierunkowym z materiałów o działaniu jednokierunkowym

Materiały z pamięcią kształtu mają dwie stabilne fazy – fazę wysokotemperaturową i fazę niskotemperaturową. Fazy te nazywane są martenzytem (niskie temperatury) i austenitem (wysokie temperatury). Ta ostatnia faza nazywana jest fazą nadrzędną. Niektóre właściwości austenitu i martenzytu znacznie się różnią. Odpowiednie ogrzewanie materiału z pamięcią kształtu w stanie

martenzytycznym prowadzi do przejścia w stan austenitu. Temperatura, w której rozpoczyna się przemiana, nazywana jest temperaturą przemiany austenitu As. Temperatura, w której kończy się ten proces, jest nazywana Af. W wyniku ochłodzenia materiał w stanie austenitycznym przy temperaturze Ms zaczyna przechodzić w martenzyt, proces ten kończy się w temperaturze Mf. W stanie martenzytycznym materiał charakteryzuje się dużą plastycznością i łatwo ulega odkształceniom. Jeśli materiał z pamięcią kształtu zostanie poddany odkształceniu w fazie niskotemperaturowej, to po przejściu do austenitu powróci do pierwotnego kształtu. Jest to zjawisko jednokierunkowej pamięci kształtu.

W eksperymencie zastosowałam drut ze stopu NiTi o działaniu jednokierunkowym i temperaturze przejścia (As) około 35°C. W stanie początkowym, czyli w fazie martenzytu (faza stygnięcia), drut ulega odkształceniu, a następnie wraz ze wzrostem temperatury w przejściu martenzytu w austenit (faza nagrzewania) drut przyjmuje swój pierwotny kształt. Ponieważ drut wykazuje działanie jednokierunkowe nie powraca automatycznie do stanu początkowego po schłodzeniu. Do badań przygotowałam elementy charakteryzujące się dwukierunkowym działaniem. W temperaturze wyższej niż temperatura Af uformowałam elementy spiralne. Po ochłodzeniu do temperatury poniżej punktu przemiany austenitu w martenzyt (Mf) spiralę poddałam naprężeniu ściskającemu. Następnie spiralę zawiesiłam w pozycji pionowej i obciążałam ciężarkiem. Spirala wydłużyła się i została podgrzana. Następnie obciążnik został usunięty a spiralę poddano naprężeniu ściskającemu i ochłodzono. Długość spirali zmniejszyła się do jej zadanej długości. Aby zapoczątkować zmniejszanie długości, spirala musi przejść wstępne ściśnięcie. Po wielokrotnych cyklach grzania pod obciążeniem i chłodzenia pod obciążeniem spirala „zapamiętuje” tę czynność, czyli bez obciążenia zwiększa swoją długość po podgrzaniu do temperatury powyżej punktu przejścia fazowego Af i zmniejsza swoją długość po ochłodzeniu do temperatury poniżej punktu przejścia Mf. Proces wytwarzania wspomnianych spiral i materiału o dwukierunkowej reakcji na dostarczane ciepło został opatentowany - patent 242995.

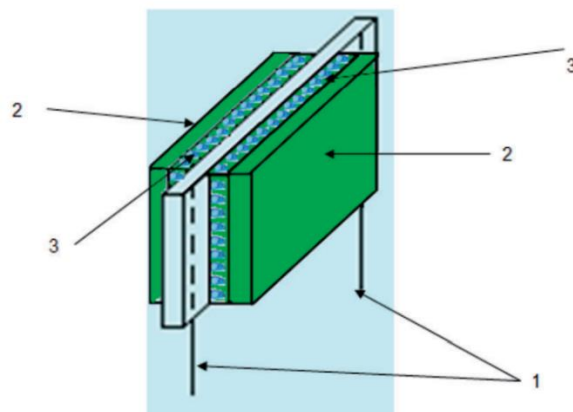
To są moje wyniki autorskie w 100%.

2. Wyroby inteligentne zawierające materiały zw pamięcią kształtu

2.1. Elementy o działaniu dwu kierunkowym – zwiększenie wymiarów przy chłodzeniu

Zaproponowałam prototyp tekstylnego wyrobu płaskiego zapewniającego lepszą izolację cieplną, zawierającego elementy z pamięcią kształtu. Elementy z pamięcią kształtu w postaci spiral charakteryzujących się działaniem dwukierunkowym wykonałam z jednokierunkowych drutów nitinolowych (NiTi) o temperaturze przejścia stanu wewnętrznego 35C. Do badań porównawczych wykorzystałam miedziane elementy spiralne (Cu). Geometria obu typów elementów metalowych była taka sama. Średnica drutów wynosiła 0,2 mm, a średnica spiral wynosiła 9 mm. Każda spirala miała pięć zwojów.

Próbka wyrobu inteligentnego, którą opracowałam do badań, składała się z trzech warstw włóknin wytworzonych z mieszanki włókien lnianych i stalowych. Dwie warstwy zawierały spirale wykonane z NiTi lub referencyjnego z drutu miedzianego (Cu). Warstwę wewnętrzną (grzałkę) ogrzewano prądem elektrycznym. Do pomiaru właściwości termicznych wykorzystałam moje autorskie stanowisko, zawierające lustro i kamerę IR. Analizowałam temperaturę powierzchni zewnętrznych w funkcji czasu nagrzewania.

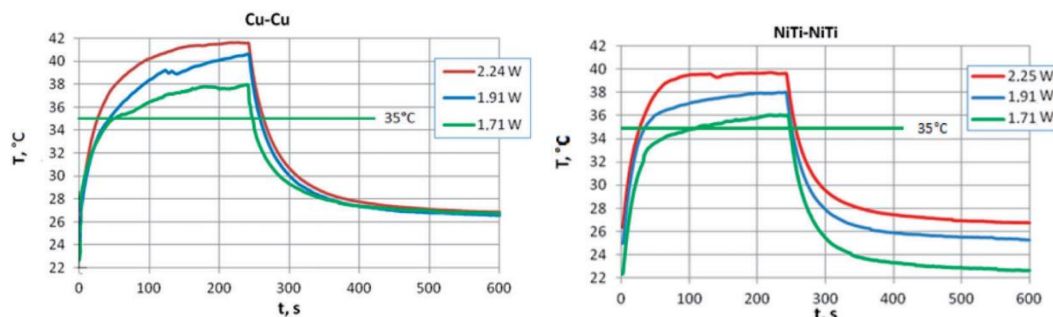


Rys. 37.

Próbka płaskiego wyrobu włókienniczego z elementami NiTi.

1: kontakty elektryczne; 2: zewnętrzne warstwy włókiennicze; 3: warstwa zawierająca elementy aktywne NiTi.

Wyniki przedstawiam na rysunku 38. Przy około 35°C można było zaobserwować zmianę zależności temperatury od czasu nagrzewania prototypu z elementami NiTi; szybkość wzrostu temperatury zaczęło spadać. Grubość warstwy z elementami NiTi zwiększa się podczas nagrzewania o około 2,5 mm. Zaobserwowane zjawisko jest spowodowane rozszerzaniem się spiral NiTi i nie wystąpiło w przypadku prototypu złożonego z nieaktywnych referencyjnych elementów Cu. W ostatniej sekundzie nagrzewania temperatura na powierzchni zewnętrznej prototypu z elementami NiTi była o 2–3 °C niższa niż na prototypie z elementami Cu.



Rys. 38.

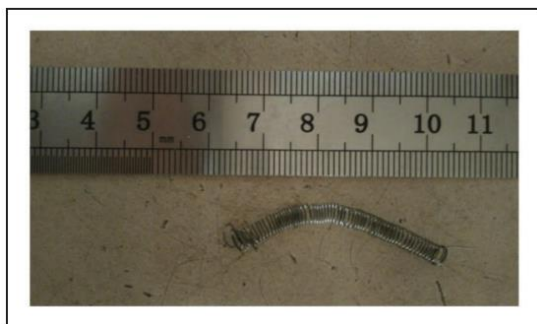
Eksperymentalne zależności temperatury od czasu nagrzewania prototypu Cu-Cu -lewa strona i NiTi-NiTi prawa strona dla kilku wartości mocy

Zaaplikowałam mój w 100% autorski teoretyczny model i uzyskałam zadowalającą zgodność wyników eksperymentalnych z teoretycznymi. Wyniki były opublikowane [58], a mój udział w publikacji – 90%.

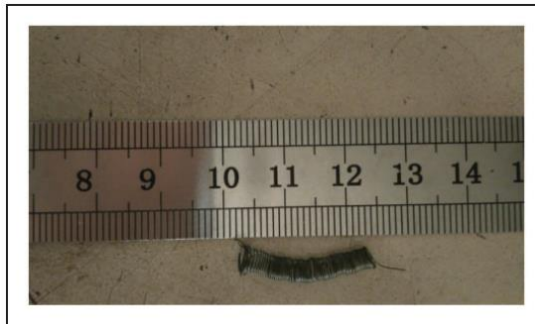
2.2. Elementy o działaniu dwukierunkowym – zmniejszenie wymiarów przy chłodzeniu

Do kolejnych badań w pierwszym etapie wykonałam spirale z drutów NiTi według wcześniej opisanej metody. Spirale poddałam „treningowi”, ale w tym przypadku dokonałam takiego „treningu”, że przy nagrzewaniu spirali zmniejszała się długość spirali a podczas chłodzenia zwiększała. Otrzymane aktywne spirale wykazują działanie dwukierunkowe pod wpływem ogrzewania i chłodzenia inaczej, niż w pierwszym przypadku: rozszerzają się podczas chłodzenia i ściskają się podczas ogrzewania.

Obrazy aktywnych spiral w temperaturze 25°C i 50°C przedstawiono na rysunku 39.



a



b

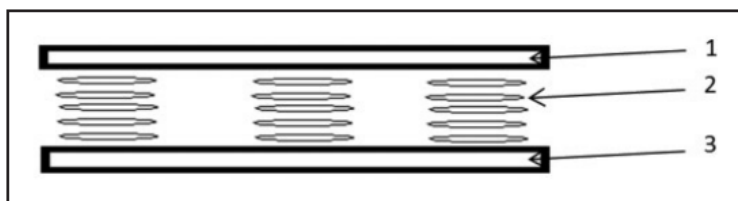
Rys. 39.

Spirala w temperaturze 25°C – a i spirala w temperaturze 50°C - b.

Taka zmiana długości spirali wystąpiła we wszystkich wytworzonych spiralach. Sposób wytwarzania spiral opatentowałam. Spirale wykazują dużą podatność na odkształcenia w stanie schłodzonym, jednak po podgrzaniu niezmiennie przyjmują pierwotny kształt spiralny i wykazują działanie dwukierunkowe.

Z wykorzystaniem takich spiral wykonałam dwie prototypowe próbki inteligentnego materiału tekstylnego: jedną próbkę z nieaktywnymi spiralami, a drugą z aktywnymi. Spirale zawierały po pięć zwojów o średnicy 3 mm, wykonane z drutu NiTi o średnicy 0,18 mm. Długość drutu w każdym elemencie w stanie początkowym wyprostowanym wynosiła 45 mm. Średnia długość rozprężonej spirali wynosiła około 7,5 mm. Długość nagrzanej spirali wynosiła około 1,75 mm, co oznacza, że sprawność spirali osiągnęła około 400%. Każda spirala jest wytwarzana i trenowana oddzielnie. Zaobserwowane rozproszenie właściwości spiral: nierównomierność wydłużenia, nie przekraczała 20%.

Próbki prototypu tkaniny wykonałam zgodnie ze szkicem przedstawionym na rysunku 40.

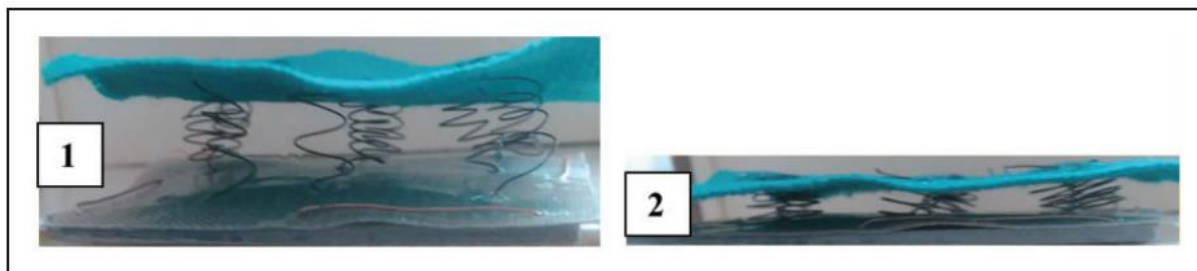


Rys. 40.

Schemat prototypu w temperaturze 25°C.

1 tkanina, 2 – spirale 3 – folia teflonowa.

Grubość tkaniny wynosiła 0,2 mm, długość spirali wynosiła 7,8 mm, grubość folii teflonowej wynosiła 0,2 mm. We wstępnych badaniach zweryfikowałam skuteczność aktywnej próbki pomiarowej. Grubość próbki w temperaturze 25°C wynosiła około 8 mm. Po podgrzaniu do 60°C grubość próbki zmniejszyła się do około 2,0 mm. Próbka charakteryzowała się nierównomiernym rozprężeniem z powodu rozrzutu parametrów spirali. Fotografie próbek w temperaturach 25°C i 50°C przedstawiono na rysunku 41.



Rys. 41. Fotografie próbek w temperaturach 25°C - 1 i 50°C – 2.

Zbadałam również odporność próbki na odkształcenia ściskające. Próbkę obciążałam i mierzyłam zależność jej grubości od ciśnienia. Po usunięciu nacisku spirale rozszerzają się, a grubość próbki przyjmuje wartość początkową. Próbką odkształconą mechanicznie (ściśniętą) po podgrzaniu wraca do swojego stanu początkowego. Odzież wykonana według tego rozwiązania może być spłaszczona, złożona lub w inny sposób zdeformowana podczas transportu lub przechowania, ale po lekkim podgrzaniu (mniej niż 1 minuta w temperaturze powyżej zakresu przejściowego) osiągnie swój początkowy stan.

Zaaplikowałam mój w 100% autorski teoretyczny model i uzyskałam zadowalającą zgodność wyników eksperymentalnych z teoretycznymi. Wyniki były opublikowane [62, 64] oraz chronione patentem 242995. Mój udział w publikacjach wynosi 90%.

Badania nad opracowaniem kompozytów dźwiękochłonnych

W latach 2015-2023 prowadziłam badania nad opracowaniem materiałów kompozytowych o właściwościach dźwiękochłonnych.

Uczestniczyłam w badaniach nad wytwarzaniem termoplastycznych hybrydowych kompozytów dźwiękochłonnych z włókien z udziałem submikrowłókien lub nanowłókien celulozowych, opracowywałam kompozyty dźwiękochłonnych rezonansowe z wykorzystaniem zjawiska Helmholtza. Złożono dwa zgłoszenia patentowe. Poza tym uczestniczyłam w opracowaniu nowej termograficznej metody określania grubości polimerowej warstwy wierzchniej włóknistych materiałów kompozytowych. Badania te prowadzone były w ramach projektów: POIG 01.03.01-00-007/08-00 BIOGRATEX "Biodegradowalne wyroby włókniste", POIG 01.01.02-10-123/09-00 BIOMASA „Zastosowanie biomasy do wytwarzania polimerowych materiałów przyjaznych środowisku”, w których byłam wykonawcą.

Wyniki były, opublikowane [63, 65, 66] oraz zaprezentowane na konferencjach [107, 122, 125-134], oraz są chronione patentami 227652: 227654, 227653, 242995. Zostały złożone zgłoszenia patentowe: P.432284 i P.432288.

3. Inne istotne informacje dotyczące osoby ubiegającej się o nadanie tytułu profesora, a w nich np.: patenty, wykłady konferencyjne na zaproszenie, organizacyjna konferencji naukowych, wypromowani doktorzy lub kształcenie kadry, nagrody i wyróżnienia, działalność edukacyjna, organizacyjna, popularyzatorska, informacja o wkładzie w rozwój infrastruktury badawczej kierowanych przez kandydata zespołów badawczych, wizyty naukowe, wygłaszanie referatów, koordynowanie prac badawczych

W latach 1990 – 2004 pełniłam funkcję pełnomocnika Rektora Politechniki Łódzkiej ds. kontaktów z Uniwersytetem Polskim w Wilnie (Universitas Studiorum Polona Vilnensis),

W latach 1999 – 2008 byłam członkiem Normalizacyjnej Komisji Problemowej Nr 24 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

W latach 2004 – 2007 byłam członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej.

Od roku 2001 do roku 2015 pełniłam obowiązki opiekuna Koła Naukowego Towaroznawców na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej,. Pod moim kierownictwem studenci wykonali prace naukowe, zakończone między innymi publikacjami i wygłoszeniem referatów na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych [34, 43, 53, 54, 100, 103].

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego, Oddziału Łódzkiego oraz Polskiego Towarzystwa Tłumaczy Przysięgłych. Jestem członkiem komitetu programowego konferencji cyklicznej „The International Conference „The Science and Quality of Life” odbywającej się w Wilnie (Litwa).

W roku 1996 odbyłam dwutygodniowy staż naukowy na Wyższej Uczelni Technicznej w Aachen (*Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen*) Niemcy. W roku 1998 ukończyłam

dwusemestralne Studium Podyplomowe Pedagogiczne przy Politechnice Łódzkiej. W 2003 roku uczestniczyłam w szkoleniach organizowanych przez Uniwersytet w Gandawie (University of Gent) w Belgii nt. jakościowania tekstyliów.. Uczestniczyłam w następujących szkoleniach z uzyskaniem certyfikatu:

1. Laboratory accreditation according to ISO 17025
2. Quick Response Manufacturing
3. Quality Management for Industry - ISO 9001
4. Human Resource Management
5. Testing of Floorcoverings according to ISO
6. Fabric Testing and Pilling, Product specifications and Protective Clothing
7. Obsługa systemu do pomiarów właściwości akustycznych firmy Brül & Kjær
8. Zachowanie legalności oprogramowania w Politechnice Łódzkiej
9. Obsługa i zastosowanie kamery termowizyjnej FLIR I7

Prowadziłam wykłady z przedmiotów:

1. Metrologia Włókiennicza,
2. Metody kontroli jakości włókien i wyrobów włókienniczych,
3. Systemy pomiarowe we włókiennictwie,
4. Systemy kontroli jakości włókien i tekstyliów,
5. Metrologia użytkowa,
6. Włókna naturalne,

oraz

Ćwiczenia Rachunkowe z Metrologii Włókienniczej

Laboratorium: „Metrologia Włókiennicza”

Laboratorium: „Metrologia Użytkowa”

Byłam promotorem 16 prac magisterskich i inżynierskich.

Recenzowałam 14 artykułów naukowych do czasopisma z listy filadelfijskiej “Fibres and Textiles in Eastern Europe”, ponad 15 artykułów naukowych do czasopisma “Textile Research Journal”, oraz dwie prace doktorskie obronione na Uniwersytecie Technologicznym w Kownie, Litwa (Kauno Technologijos Universitetas).

Jestem współautorką i autorką ponad 130 publikacji w czasopismach krajowych i zagranicznych, materiałach konferencyjnych, 15 patentów, rozdziałów w skrypcie: „LABORATORIUM Z PRZĘDZALNICTWA”, Cz.1. Ćwiczenia rachunkowe, Politechnika Łódzka, Podręczniki Akademickie, Łódź, 1994; w podręczniku „SYSTEMY POMIAROWE WE WŁÓKIENNICTWIE”, Politechnika Łódzka, Podręczniki Akademickie, Łódź 2006 r.; rozdziału monografii „**Bio-Based Composites for Sound Absorption**”. Gliścińska Eulalia, Krucińska Izabella, Michalak Marina, Puchalski Michał, Ciechańska Danuta, Kazimierczak Janusz, Błoda Arkadiusz. W: Composites from Renewable and Sustainable Materials. Rijeka: 2016, p. 217-239. AF: K-48,

oraz monografii: **Marina Michalak, „Badanie przewodności cieplnej materiałów włókienniczych”**, Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe nr 1122, Łódź, 2012.

Uczestniczyłam w realizacji następujących projektów badawczych:

1. Projekt badawczy KBN 3T09B 083 09 / 959 „Tribologia trójczołowego: biegacz-obrączka-nitka skojarzenia ciernego w przędzarce obrączkowej” - główny wykonawca
2. Projekt celowy KBN 7T08E565 97C/3719 „Uruchomienie produkcji przędz z mieszanek włókien poliakrylonitrylowych i konopnych” - główny wykonawca

3. Projekt celowy KBN 7 T08E 614 98 C/4326 "Uruchomienie produkcji wysoko skutecznych elektretowych włókien igłowanych przeznaczonych do produkcji filtrów i jednorazowych półmasek przeciwpylewych" - główny wykonawca
4. Projekt badawczy KBN 3 T08E 050 28 „Badanie właściwości ciepłizolacyjnych inteligentnych materiałów włókienniczych nową bezkontaktową metodą”, 2005-2008- kierownik.
5. Projekt badawczy KBN T08E 061 28 „Tekstroniczny inteligentny wyrób włókienniczy służący do monitorowania wskaźników fizjologicznych człowieka”, 2005-2008 - wykonawca.
6. SPUB nr 307/6/PRUE/2006/7 „E-tekstylnia ochronne – systemy zbudowane z mikro i nanostruktur włókienniczych do zastosowań w warunkach katastrof” – wykonawca.
7. Projekt finansowany z funduszy strukturalnych „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” nr umowy WKP_1/1.4.4/1/2005/4/4/238/ 2006/U, 2006-2008 - wykonawca.
8. Projekt finansowany przez Unię Europejską PROETEX - NMP2-CT-2006-026987 “Protective and monitoring textiles for the human body” – wykonawca.
9. Projekt POIG 01.03.01-00-007/08-00 BIOGRATEX "Biodegradowalne wyroby włókniste" – wykonawca.
10. Projekt POIG 01.01.02-10-123/09-00 BIOMASA „Zastosowanie biomasy do wytwarzania polimerowych materiałów przyjaznych środowisku” – wykonawca.
11. Projekt badawczy KBN 3688/B/T02/2009/36 „Opracowanie metody wyznaczania zależnych od temperatury parametrów termalnych włókienniczych materiałów inteligentnych”, 2009-2012 – kierownik.

Uczestniczyłam w przygotowaniu zgłoszeń patentowych zakończonych udzieleniem następujących patentów:

Numer patentu	Autorzy i tytuł
287673	Marian Malinowski, Danuta Cyniak, Marina Michalak . Przędza mieszkankowa z włókien bawełnianych i sierści królika angorskiego oraz sposób wytwarzania przędzy mieszkankowej z włókien bawełnianych oraz sierści królika angorskiego.
165193	Marian Malinowski, Marian Domagała, Marina Michalak , Krystyna Przybył, Zygmunt Frątczak, Małgorzata Sicińska. Sposób wytwarzania przędzy mieszkankowej z włókien wełnianych, chemicznych i sierści królika.
189896	Izabella Krucińska, Bogdan Pilas, Marina Michalak . Sposób wytwarzania materiału elektretowego
211275	Izabella Krucińska, Marina Michalak , Jadwiga Bilka, Maciej Sibiński, Zbigniew Lisik, Sylwia Bielska, Elektroniczny przetwornik pomiarowy
213713	Marina Michalak , Jadwiga Bilka, Izabella Krucińska, Janusz Zięba, Krzysztof Gniotek, Siłownik termiczny
213714	Marina Michalak , Jadwiga Bilka, Izabella Krucińska, Janusz Zięba, Krzysztof Gniotek, Siłownik termiczny
214266	Marina Michalak , Jadwiga Bilka, Izabella Krucińska, Janusz Zięba, Krzysztof Gniotek, Sposób wytwarzania sprężyn przeznaczonych do siłowników termicznych
216923 (B1)	Łukasz Januszkiewicz, Sławomir Hausman, Tomasz Kacprzak, Jadwiga Bilka, Marina Michalak , Izabella Krucińska, Antena tekstylna
218798 (B1)	Izabella Krucińska, Janusz Zięba, Krzysztof Gniotek, Marina Michalak , Michał Frydrysiak, Wyrób odzieżowy do masażu ciała
219508 (B1)	Romuald Brazis, Vladimir Kazakevicius, Izabella Krucińska, Marina Michalak , Wyrób tekstylny o właściwości tłumienia promieniowania elektromagnetycznego,

227652	Izabella Krucińska, Eulalia Gliścińska, Marina Michalak , Dźwiękochłonny kompozyt na podstawie termoplastycznej oraz sposób wytwarzania tego kompozytu
227654	Izabella Krucińska, Eulalia Gliścińska, Marina Michalak , Ciechańska Danuta, Błoda Arkadiusz, Kazimierczak Janusz, Kopania Ewa, Wietecha Justyna Dźwiękochłonny kompozyt na podstawie termoplastycznej oraz sposób wytwarzania tego kompozytu
227653	Izabella Krucińska, Eulalia Gliścińska, Marina Michalak , Dźwiękochłonny kompozyt na podstawie termoplastycznej oraz sposób wytwarzania tego kompozytu
242995	Marina Michalak , Eulalia Gliścińska, Izabella Krucińska, Dźwiękochłonny materiał kompozytowy oraz sposób wytwarzania tego materiału
242995	Marina Michalak ; Izabella Krucińska, Sposób wywarzania spiral z materiału z pamięcią kształtu, przeznaczonych zwłaszcza do inteligentnych wyrobów tekstylnych.
P. 432284	Marina Michalak , Izabella Krucińska, Eulalia Gliścińska, Rezonansowy kompozyt dźwiękochłonny oraz sposób jego wytwarzania
P. 432288	Marina Michalak , Izabella Krucińska, Eulalia Gliścińska, Rezonansowy kompozyt dźwiękochłonny oraz sposób jego wytwarzania

Otrzymałam następujące nagrody i wyróżnienia:

- 14 nagród Rektora Politechniki Łódzkiej za działalność naukową, dydaktyczną i społeczną (1986-2011)
- Złoty medal „Światowa Wystawa Wynalazków Naukowych i Przemysłowych Innowacji BRUSSELS-EUREKA w Brukseli” – 2000 r. za ELEKTRETOWE WŁÓKNINY IGŁOWANE – nagroda zespołowa
- Srebrny medal „II Międzynarodowa Wystawa Wynalazków Innowacje w Gdańsku” – 2000 r. za ELEKTRETOWE WŁÓKNINY IGŁOWANE – nagroda zespołowa
- SREBRNY KRZYŻ ZASŁUGI – 2007 r.
- Srebrny medal „Międzynarodowa Wystawa Wynalazków w Warszawie” – 2008 r. za „Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” nr umowy WKP_1/1.4.4/ 1/2005/4/4/238/2006/U – nagroda zespołowa
- Złoty medal „Światowa Wystawa Wynalazków Naukowych i Przemysłowych Innowacji BRUSSELS-EUREKA w Brukseli” – 2008 r. za “Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” – nagroda zespołowa
- Wyróżnienie statuetką ŁÓDZKIE EUREKA – 2008 r. za “Ubranie strażackie nowej generacji z tekstronicznym systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” – nagroda zespołowa
- Nagroda I stopnia w ogólnopolskim Konkursie Poprawy warunków pracy 2009 r. za “Ubranie strażackie z systemem monitorowania parametrów fizjologicznych” – nagroda zespołowa

Współpraca z osobami spoza Wydziału i spoza PŁ.

W roku 1998 i nawiązałam współpracę, która trwa do dzisiaj, z prof. dr hab. Bogusławem Więckiem (Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki, kierownik Zakładu Układów Elektronicznych i Termografii) – wspólne publikacje [24, 33, 44, 45, 46, 48, 55, 61, 66], referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych [76, 79, 83- 86, 89, 91, 94, 96, 99, 100, 102, 106, 110, 115, 117, 120], współudział w realizacji projektów badawczych: KBN 3T09B 083 09 / 959, KBN 3 T08E 050 28, KBN 3688/B/T02/2009/36.

Współpracowałam z dr hab. Małgorzatą Zimniewską z Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich - Państwowy Instytut Badawczy - wspólne publikacje [32, 33], referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych [83- 86].

Współpracowałam z prof. dr hab. inż. Zbigniewem Lisikiem, dr hab. inż. Maciej Sibiński, prof. PŁ, (Katedra Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych Wydziału Elektrotechniki,

Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ) – wspólny patent o numerze 211275, współudział w realizacji projektów badawczych SPUB nr 307/6/PRUE/2006/7, PROETEX - NMP2-CT-2006-026987

Nawiązałam współpracę z prof. dr hab. inż. Tomaszem Kacprzakiem, dr hab. inż. Łukaszem Januszkiewiczem, prof. PŁ, dr hab. inż. Sławomirem Hausmanem, prof. PŁ, oraz innymi (Politechnika Łódzka, Instytut Elektroniki, Zakład Telekomunikacji) – wspólne publikacje [42, 56], referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych [98, 112], wspólny patent o numerze 216923 (B1), współudział w realizacji projektu umowy WKP_1/1.4.4/1/2005/4/ 4/238/ 2006/U.

Zainicjowałam i nawiązałam współpracę z dr hab. Mariuszem Tsydelem (Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŁ) - wspólne publikacje [38, 50, 53, 54] i referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych [104, 105, 118].

Współpraca z osobami z zagranicy:

Zainicjowałam w roku 2000. i nawiązałam współpracę, która trwa do dzisiaj z prof. dr hab. nauk fiz.-mat. Romuald Brazis (Instytut Fizyki Półprzewodników Litewskiej Akademii Nauk) – wspólne publikacje [24, 33, 44, 45, 46, 48, 55, 61, 66], referaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych [90, 82, 95, 97, 115, 119, 134], patent o numerze 219508 (B1) udział w projekcie badawczym na Litwie .

Zainicjowałam i nawiązałam współpracę z dr inż. Arvydas Vitkauskas Vitkauskas (Politechnika w Kownie, Litwa) - wspólne publikacje referaty na konferencjach [41, 92, 95]

Prowadziłam wspólne badania z profesorem Jiří Militký (Politechnika w Libercu, Czechy), z profesorem A. M. Grancarić (Uniwersytet w Zagrzebiu – Chorwacja), profesorem dr inż. Gilbert De Mey (Uniwersytet w Gandawie (Gent), Belgia), studentem Javier Perez de Amezaga (Hiszpania) – wspólne publikacje [60, 61, 65, 128, 129].

PUBLIKACJE **przed doktoratem**

a.	Кальвенас С.П., Юшкевичене М.М., Версоцкас А.П., Пажусис П.П. Контактная термоэдс горячих носителей тока в условиях их захвата примесями. Лит. Физ. сб.1974, т. 14, N 5, с. 759-796 Kal'venas S.P., Ūškevičene M.M., Versockas A.P., Pažusis P.P. Kontaktnaâ termoèds gorâčih nositelej toka v usloviâh ih zahvata primesâmi. Lit. Fiz. sb.1974, t. 14, N 5, s. 759-796
b.	Кальвенас С.П., Юшкевичене М.М. Замороженная ФП на поверхности p-Ge(Au) в сильных электрических полях. – В сб. Эффекты памяти и фотопроводимости в неоднородных полупроводниках, Киев, Изд. АН УССР, 1974, с. 59-60 Kal'venas S.P., Ūškevičene M.M., Zamorožennaâ FP na poverhnosti p-Ge(Au) v sil'nyh E. Èffekty pamâti i fotoprovodimosti v neodnorodnyh poluprovodnikah, 1. Kiev, Izd. AN USSR, 1974, s. 59-60
c.	Кальвенас С.П., Юшкевичене М.М., Версоцкас А.П. Поверхностная термоэдс горячих электронов в - ФТП, 1975, т. 9, в. 9, с. 1662-1667. Kal'venas S.P., Ūškevičene M.M., Versockas A.P. Poverhnostnaâ termoèds gorâčih èlektronov v n-Si – FTP 1975, t. 9, v. 9, s. 1662-1667
d.	Кальвенас С.П., Юшкевичене М.М. Исследование захвата горячих носителей тока на ПЭС и МДП структурах на основе электронного кремния. В кн. Физические процессы в МДП структурах, Киев, Знание, 1976, с. 33-34. Kal'venas S.P., Ūškevičene M.M. , Issledovanie zahvata gorâčih nositelej toka na PÈS i MDP strukturah ,V kn.: Fizičeskie processy v MDP strukturah,, 1. Kiev, Znanie, 1976, s. 33-34
e.	Кальвенас С.П., Михалък М.М., Пучинскас А.А. Влияние состояния поверхности на условия возникновения ОДП поверхностных каналов в n-Ge(Ni), ФТП, 1978, т. 12, в. 1, с. 194-197. Kal'venas S.P, Mihalâk M.M., Pučiskas A.A. Vliânie sostoâniâ poverhnosti na usloviâ vzniknove-niâ ODP poverhnostnyh kanalov v n-Ge(Ni), FTP, 1978, t. 12, v. 1, c. 194-197.

f.	Михаляк М.М., Кальвенас С.П., Версоцкас А.П. Зависимость поверхностной термоэдс горячих электронов от поверхностного изгиба зон в электронном кремнии. ФТП, 1979, т. 13, в. 8, с. 1512-1517. Mihalâk M.M., Kal'venas S.P., Versockas A.P. Zavisimost' poverhnostnoj termoëds gorâčih êlektronov ot poverhnostnogo izgiba zon v êlektronnom kremnii. FTP, 1979, t. 13, v. 8, s. 1512-1517.
g.	A.c. 557698 (СССР), Кальвенас С.П., Юшкевичене М.М., Версоцкас А.П., Гавутис В.А., Пожела Ю.К., Гечяускас. Способ изготовления датчиков импульсной мощности СВЧ. A.c. 557698 (СССР), Kal'venas S.P., Ūškevičene M.M., Versockas A.P., Gavutis V.A., Požela Ū.K., Gečâuskas. Sposób izgotovleniâ datčikov impul'snoj mošnosti SVČ.
h.	A.c. 628761 (СССР), Михаляк М.М., Версоцкас А.П., Кальвенас С.П. Устройство для измерения напряженности импульсного электрического поля сверхвысоких частот. A.c. 628761 (СССР), Mihalâk M.M., Versockas A.P., Kal'venas S.P. Ustrojstvo dlâ izmereniâ na-prâžennosti impul'snogo êlektričeskogo polâ sverhvysokih častot.
i.	A.c. 557698 (СССР), Михаляк М.М., Версоцкас А.П., Кальвенас С.П. Способ определения поверхностного электростатического потенциала полупроводника. A.c. 782510 (СССР), Mihalâk M.M., Versockas A.P., Kal'venas S.P. Sposób opredeleniâ poverhnostnogo êlektrostatičeskogo potenciala poluprovodnika.
j.	A.c. 550882 (СССР), Михаляк М.М., Версоцкас А.П., Кальвенас С.П. Способ определения эффективной температуры горячих носителей тока в полупроводнике. A.c. 550882 (СССР), Mihalâk M.M., Versockas A.P., Kal'venas S.P. Sposób opredeleniâ êffektivnoj temperatury gorâčih nositelej toka v poluprovodnike..

po doktoracie

1.	D. Kozakiewicz, M. Michalak : „Przędność bawełny radzieckiej w mieszankach z bawełną egzotyczną.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1989, nr 9, s. 403-405.
2.	D. Kozakiewicz, M. Michalak : „Wpływ rodzaju i ilości preparacji nanoszonej na włókna na własności włókien poliakrylonitrylowych.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1990, nr 6, s. 179-181.
3.	J. Czekalski, A. Łuczak, M. Michalak : „Badania przędności włókien”. <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1990, nr 7, s. 210-212.
4.	D. Kozakiewicz, M. Michalak , M. Stasiak: „Badanie własności preparacji nanoszonej na włókna poliakrylonitrylowe”. <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1990, nr 8, s. 249-250.
5.	D. Kozakiewicz, M. Michalak , Z. Zadrozny: „Wpływ własności fizycznych włókien PAN na ich przędność”. <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1990, nr 9, s. 285-287.
6.	M. Michalak, M. Stasiak: „Ciepłne zjawiska w procesie przędzenia, jako nowe źródło informacji o procesie.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1991, nr 7, s. 189-192.
7.	M. Michalak, M. Stasiak: „Stosowanie metody termowizyjnej do badań wpływu preparacji nanoszonej na włókna PAN na własności cierne włókien.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1991, nr 10, s. 244-245.
8.	M. Michalak , M. Stasiak: „Problem emisyjności w badaniach zjawisk cieplnych w przędzalnictwie, opartych na wykorzystaniu metody termowizyjnej.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1991, nr 11, s. 272-273.
9.	D. Cyniak, M. Michalak: „Badanie skrętu przędz rotorowych w funkcji naprężenia wstępnego.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1991, nr 5, s. 123-125.
10.	D. Kozakiewicz, M. Michalak: „Porównywanie wyników badania włochatości przędzy przeprowadzonych różnymi metodami.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1992, nr 2, s. 30-32.
11.	D. Cyniak, M. Michalak: „Nowe spostrzeżenia przy badaniu przędz rotorowych.” <i>Przegląd Włókienniczy</i> . 1992, nr 10, s. 233-234.

12.	M. Michalak, M. Stasiak: „Wzajemnie niszczące działanie nitki – biegacza - obrączki w badaniach zjawisk cieplnych układu skrętowego przędzarki obrączkowej." Cz.1, Cz.2. Przegląd Włókienniczy. 1993, nr 5, s. 116-117; nr 6, s. 145-148. Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy. 1994, nr 10, s. 11-14.
13.	M. Michalak, M. Stasiak: „Wzajemnie niszczące działanie nitki – biegacza - obrączki w badaniach zjawisk cieplnych układu skrętowego przędzarki obrączkowej." Cz. 3/a, Cz. 3/b. Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy. 1994, nr 12, s. 13-14.
14.	M. Stasiak, M. Michalak : "Tribology of three-element: traveller-ring-yarn friction arrangements in ring spinning. Reaction of ring to traveller in two-contact configuration. Part I." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 1996, Vol. 4 No. 2, s. 28-33.
15.	M. Michalak , M. Stasiak. "Tribology of three-element: traveller-ting-yarn friction arrangements in ring spinning. Reaction of ring to traveller in two-contact configuration. Part II." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 1996, Vol. 4, No. 3-4, s. 59-61.
16.	M. Stasiak, M. Michalak , D. Kozakiewicz: „Mimośrodowość osi wrzeciona jako czynnik wpływający na włóchatość przędzy w procesie przędzenia." <i>Przegląd Włókienniczy+Technik Włókienniczy</i> . 1996, nr 12, s. 12-13.
17.	M. Michalak , M. Stasiak. "Eksperementalnoe issledovanie temperatury priadilnogo biegunka." <i>Technologia Tekstilnoj Promysliennosti</i> . 1996, nr 5, s. 75-78.
18.	M. Michalak , M. Stasiak. „Reakcja obrączki stożkowej przędzarki wełniarskiej na biegacz w warunkach dwustykowego z nim kontaktu." Cz.1. Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy. 1997, nr 4, s. 22-26. M. Michalak , M. Stasiak. „Reakcja obrączki stożkowej przędzarki wełniarskiej na biegacz w warunkach dwustykowego z nim kontaktu." Cz.2. Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy. 1997, nr 5, s. 9-11.
19.	D. Kozakiewicz, M. Michalak , M. Stasiak: „Einfluss der Spindelachsenexzentrizität auf die Garnhaarigkeit beim Spinnen. Melliand Tschtilberichte. 1997, nr 1-2, s. 29-31.
20.	M. Stasiak, M. Michalak : "Tribology of three-element: traveller-ring-yarn friction arrangements (TRY) in ring- spinning frames. Part III. Ring-traveller interaction under conditions of tree-point contact." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 1997, No. 3, s. 42-45.
21.	M. Stasiak, M. Michalak : "The problem of empirical adequacy of a model of the friction trio TRY (traveller-ring-yarn) under conditions of spindle eccentricity on a ring wool-spinning frame." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 1998, nr 1, s. 28-31.
22.	M. Stasiak M. Michalak : "The complementary relationship between the dynamic and thermal conditions of the friction trio traveller-ring-yarn (TRY) and the degree of wear of its elements." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 1998, Vol. 6, No. 2, s. 36-38.
23.	R. Jantas, H. Szocik, M. Michalak : „Preparation and properties of poly (methyl methacrylate) crosslinked with multimonomers." <i>Polymer Bulletin</i> 1998, Vol. 41, No. 41, s. 161-166
24.	Z. Mikołajczyk, M. Michalak , B. Więcek: „Analyse von Zugbeanspruchungen an textilen Materialien mit der Thermovisionsmethode." <i>Melliand Tschtilberichte</i> . 1999, Vol. 80, No. 11-12, s. 960-963.
25.	R. Brazis, J. Czekalski, D. Kozakiewicz, M. Stasiak, M. Michalak : „Electromagnetic wave attenuation in hemp-PAN fibre blends." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2000, Vol. 8, No. 2, s.35-38.
26.	J. Czekalski, D. Kozakiewicz, M. Michalak , M. Stasiak: „Ecological blended yarns: hemp-PAN." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2000, Vol. 8, No.3, s. 22-23.
27.	M. Michalak : "Tribologica aspect of dynamic deviations in ring-frame twisting system due to dynamic malalignment of spindle". <i>Journal of The Textile Machinery Society of Japan</i> . 2001, Vol. 54, No. 12, s. 39-45.

28.	M. Michalak: "Tribological aspects of dynamic deviations in ring-frame twisting system due to dynamic malalignment of spindle." <i>Journal of Textile Engineering</i> . 2001 Vol.47, No.3, 4, s.63-69.
29.	M. Michalak, I. Krucińska: "Barrier properties of textiles with hemp fiber components" <i>II-nd Conference „Metrology in Textile Engineering” and 1st International Workshop NETECO-FLAX’2000</i> . Łódź, 23 – 24 listopada. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. 2000, nr 855 Włók. z.59, s. 248-257.
30.	I. Krucińska, M. Michalak: „Metoda termowizyjna w badaniach wytrzymałości kompozytowych materiałów włókienniczych”. <i>Techniczne Wyroby Włókiennicze</i> . 2001, nr 3, s. 65-70.
31.	M. Michalak, D. Kozakiewicz, J. Czekalski, R. Brazis: "Electromagnetic wave attenuation in ecological textiles containing hemp fibres". <i>Materials Science (Medžiagotyra)</i> . 2002, Vol. 8, No. 3, s.311-315.
32.	M. Zimniewska, M. Michalak, I. Krucińska, B. Wiecek: "Electrostatical and Thermal Properties of the Surface of Clothing Made from Flax and Polyester Fibres" <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2003, No. 2(41), s. 55-57.
33.	M. Zimniewska, M. Michalak, I. Krucińska, B. Więcek: "The physical properties of the surface of apparel made from flax and polyester fibres." <i>Clothing Science and Technology</i> . 2003, Vol.15, No. 3/4, s.284-294.
34.	M. Michalak, R. Czajka, A. Dziedzic, R. Krawczyk, E. Kubik, A. Mróz, B. Poliwka, S. Świątkowski: 5 Program Ramowy – „Edukacja Ekonomiczna i Technologiczna”. <i>Studium Vilnense A</i> , 2003, Vol. 1, No. 1, s. 327-330.
35.	M. Michalak, J. Bilśka: „Badania nad wytwarzaniem włókien o właściwościach barierowych”. <i>Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy</i> . 2003, nr 10, s.10-12.
36.	M. Michalak, I. Krucińska: "Studies of the effects of chemical treatment on bending and torsional rigidity of bast fibres." <i>Materials Science (Medžiagotyra)</i> . 2004, Vol. 10, No. 2, s. 182-185.
37.	M. Michalak, I. Krucińska, B. Poliwka: „Badania zmian wybranych właściwości fizycznych włókien łykowych po obróbce chemicznej.”, <i>Przegląd Włókienniczy</i> . Włókno. Odzież. Skóra. 2004, Cz. I, nr 6, s.23-25; Cz. II, nr 7, s. 18-21.
38.	M. Michalak, M. Tsydel, J. Bilśka, I. Krucińska: „Products of caddis-fly larvae (Trichoptera) silk glands as a new natural textile fibre." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2005, No. 6, Vol. 13, s. 28-32.
39.	M. Michalak, R. Brazis, V. Kazakevicius, J. Bilśka, I. Krucińska: "Nonwovens with implanted split rings for barriers against electromagnetic radiation." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2006, Vol. 14, No. 5, s. 64-68.
40.	M. Michalak, I. Krucińska, B. Surma: „Textronic textile product." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2006, Vol. 14, No. 5, s. 54-59.
41.	M. Michalak, I. Krucińska, R. Brazis, A. Vitkauskas, E. Skrzetuska: "Studies on multiple-layer nonwovens containing flax fibres designed for electromagnetic radiation barriers." <i>Materials Science (Medžiagotyra)</i> 2006, Vol. 12, No. 1, s. 69-73.
42.	S. Hausman, Ł. Januszkiewicz, M. Michalak, T. Kacprzak, I. Krucińska: „High frequency dielectric permittivity of nonwovens." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2006, Vol. 14, No. 5, s. 60-63.
43.	M. Michalak, J. Bilśka, K. Buczek, A. Brzozowska, T. Czochoński, K. Gajewicz, M. Grabska, A. Miśkiewicz, I. Niewiadomska, A. Wasilewski, A. Zagrodzka: „Elektroprzewodzące warstwowe struktury włókninowe jako materiały barierowe”. <i>Studium Vilnense A</i> , 2006, Vol. 2, s. 166-170.
44.	M. Michalak, I. Krucińska, B. Więcek, P. Wolski: „Badanie właściwości barierowych w zakresie podczerwieni warstwowych struktur włókninowych.” <i>Studium Vilnense A</i> , 2006, Vol.2. s.171-176.
45.	M. Michalak, M. Felczak, B. Więcek: "Thermal parameters of materials evaluated using new thermography method." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2009, Vol. 17, No. 3, s. 84-89.

46.	M. Michalak , B. Więcek: "Estimating the Thermal of flat Products by a New Non-contact Method." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> , 2008, Vol. 16, No. 4, s. 72-77.
47.	M. Michalak , V. Kazakevicius, S. Dudzińska, I. Krucińska, R. Brazis: „Textiles embroidered with split – rings as barriers against microwave radiation.” <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . January, March 2009, Vol. 17, No.1, s. 66-70.
48.	M. Michalak , M. Felczak, B. Więcek: "Evaluation of the thermal parameters of textile materials using the thermographic method". <i>Fibres&Textiles in Eastern Europe</i> . 2009, Vol.17, No.3, s.84-89.
49.	M. Michalak , R. Brazis, V. Kazakevicius, J. Bilka, I. Krucińska: „Novel approach to textile design for barriers against electromagnetic radiation.” <i>International Journal of Materials & Product Technology</i> . 2009, Vol. 36, No. 1/2/3/4, s. 166-175
50.	M. Tsydel, S. Sztajnowski, M. Michalak , H. Wrzosek, S. Kowalska, I. Krucińska, B. Lipp-Symonowicz: "Structure and physical and chemical properties of fibres from the fifth larval instar of caddis-flies of the species <i>Hydropsyche Angustipennis</i> ." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . [Dokument elektroniczny] 2009, Vol.17, No.6, s.7-12. Tryb dostępu: http://www.fibtex.lodz.pl/is-sue77.html [dostęp 09.02.2010].
51.	M. Michalak : "Application of the non-contact thermal method for estimation of the thermal parameters of flat materials." <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . 2010, Vol. 18, No. 6, s. 76-79.
52.	M. Michalak : „Bezkontaktowe badania właściwości cieplnych wyrobów włókienniczych. Cz. I.” <i>Przegląd Włókienniczy. Włókno, Odzież, Skóra</i> . 2010, nr 2, s. 31-33. Cz. II. 2010, nr 3, s.25-27.
53.	M. Michalak , M. Tsydel, M. Herbrych, E. Kaźmierczak, A. Rogozińska, Z. Życiński: „Badanie włókien chruścikowych larw piątego stadium larwalnego <i>Hydropsyche angustipennis</i> (Hydropsychidae). Cz. I.” <i>Przegląd Włókienniczy. Włókno, Odzież, Skóra</i> . 2010, nr 5, s. 27-29.
54.	M. Michalak , M. Tsydel, M. Herbrych, E. Kaźmierczak, A. Rogozińska, Z. Życiński: „Badanie włókien chruścikowych larw piątego stadium larwalnego <i>Hydropsyche angustipennis</i> (Hydropsychidae). Cz. II.” <i>Przegląd Włókienniczy. Włókno, Odzież, Skóra</i> . 2010, nr 6, s. 23-26.
55.	M. Felczak, M. Michalak , B. Więcek: "Wyznaczanie przewodności cieplnej materiałów tekstylnych przy użyciu termowizji." <i>PAK</i> , 2010, Vol. 57, nr 10, s. 1223-1226.
56.	Ł. Januszkiewicz, S. Hausman, T. Kacprzak, M. Michalak , I. Krucińska, J. Bilka: "Textile Antenna for Personal Radio Communications System – Materials and Technology" <i>Fibres & Textiles in Eastern Europe</i> . Nr 6A (95)/2012, 129–133
57.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska. „The influence of surface asymmetry of thermoplastic composites on their sound absorption.” <i>Compos. Theory Pract.</i> 2014 T.14 nr 3 s.150-154.
58.	I. Krucińska, E. Gliścińska, M. Michalak , D. Ciechańska, J. Kazimierzczak, A. Błoda: „Sound-absorbing green composites based on cellulose ultra-short/ultra-fine fibers”, <i>Textile Research Journal</i> , DOI: 10.1177/0040517514553873, Vol. 85(6)2015, 646-657.
59.	M. Tsydel, A. Zabłotni, D. Wojciechowska, M. Michalak , I. Krucińska, K. Szustakiewicz, M. Maj, A. Jaruszevska, J. Strzelecki: „Research on possible medical use of silk produced by caddisfly larvae of <i>Hydropsyche angustipennis</i> (Trichoptera, Insecta)”. <i>J. Mech. Behav. Biomed. Mater.</i> 2015 Vol.45 s.142-153
60.	S. Rwawiire, B. Tomkova, E. Gliścińska, I. Krucińska, M. Michalak , J. Militky, A. Jabbar: „Investigation of sound absorption properties of bark cloth nonwoven fabric and composites”, <i>AUTEX Research Journal</i> , DOI: 10.1515/aut-2015-0010, Vol. 15, Issue 3, 173-180., 2015
61.	M. Felczak, G. De Mey, B. Więcek, M. Michalak : „Lateral and perpendicular thermal conductivity measurement on textile double layers”. <i>Fibres&Textiles in Eastern Europe</i> . 2015 Vol.23 nr 4, s.61-65
62.	Michalak M , Krucińska I. A smart fabric with increased insulating properties. <i>Textile Research Journal</i> , 86(1), 2016: 97-111.

63.	E. Gliścińska, D. Sankowski, I. Krucińska, J. Gocłowski, M. Michalak , Z. Rowińska, J. Sekulska-Nalewajko: "Optical coherence tomography image analysis of polymer surface layers in sound-absorbing fibrous composite materials", <i>Polymer Testing</i> , 2017, DOI: 10.1016/j.polymertesting.2017.08.011; 63 (2017) 194-203 IF 2,464
64.	M. Michalak , Izabella Krucińska: "A smart textile fabric with two-way action". <i>Textile Research Journal</i> , 2017 https://doi.org/10.1177/0040517517715086
65.	E. Gliscinska, J. P. de Amezaga, M. Michalak , I. Krucinska: "Green sound-absorbing composite materials of various structure and profiling", <i>Coatings</i> , 2021, 11, 407. https://doi.org/10.3390/coatings11040407
66.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska, M. Strąkowska, M. Kopeć, B. Więcek: "A new thermographic method for determining the thickness of the polymer surface layer in sound-absorbing fibrous composite materials", <i>Polymer Testing</i> , 2022, 115, 107748, DOI 10.1016/j. polymer testing. 2022.107748

REFERATY NA KONFERENCJACH (opublikowane w całości)

67.	M. Michalak , D. Kozakiewicz: „Związki między włochatością i tarcie przędzy” Ref.17. <i>III Międzynarodowa Konferencja Włókiennicza IMTEX'93: „Destrukcyjna i Degradacja Strumienia Włókien.”</i> 1993.
68.	M. Michalak , M. Stasiak: „Interakcje w trójcylindrowym skojarzeniu ciernym: biegacz – nitka - obręczka w przędzarce obręczkowej wełniarskiej.” <i>Międzynarodowe Sympozjum Przędzalnicze: "Dynamika zmian strumienia włókien w procesie przędzenia"</i> . Łódź. 1994, Program, k.1-6.
69.	M. Michalak , M. Stasiak: „Praca biegacza w warunkach dwupunktowego jego styku z obręczką stożkową.” <i>International Scientific Conference IMTEX'95</i> . Łódź 1995, s. 1-6.
70.	M. Stasiak, M. Michalak : „Uwagi ogólne do dynamicznych warunków docierania obręczek przędzarkowych.” <i>2th International Spinning Conference "Dynamika Zmian Strumienia Włókien w Procesie Przędzenia"</i> . 1996, s. 1-8.
71.	M. Michalak , D. Kozakiewicz: „Badanie współzależności nierównomierności masy i włochatości przędzy.” <i>Międzynarodowe Seminarium „Metrologia w Inżynierii Włókienniczej” związane z obchodami 50-lecia pracy prof. Witolda Żurka w Politechnice Łódzkiej</i> . 1996, s. 93-96.
72.	M. Michalak , D. Kozakiewicz: "Investigation of the relationship between the unevenness and hairiness of yarn." <i>International Seminar "Metrology in Textile Engineering."</i> 1996, s. 92-95.
73.	M. Stasiak, M. Michalak : „Termowizyjna metoda badania pracy układu skrętowego przędzarki obręczkowej wełniarskiej.” <i>2th International Scientific Conference. „Wool – Wool Industry Today and Tomorrow.”</i> Łódź 1997, s. 57-60.
74.	D. Kozakiewicz, M. Michalak , M. Stasiak: „Tribologiczny aspekt dynamicznych dewiacji wymuszonych mimośrodowym osadzeniem wrzeciona w przędzarce obręczkowej.” <i>Textile Departments International Scientific Conference. Referaty i komunikaty posterowe</i> . 1998, s. K-44 13-14.
75.	M. Stasiak, M. Michalak , D. Kozakiewicz: „Dynamiczne perturbacje oraz ich skutki tribologiczne spowodowane mimośrodowym osadzeniem wrzeciona w układzie skrętowo-nawojowym przędzarki obręczkowej.” <i>V International Scientific Conference IMTEX'98</i> . Łódź, 1998, s. 1-6.
76.	Z. Mikołajczyk, B. Więcek, M. Michalak : "Termovision method in stress analysis of textile materials." <i>Eurotherm Seminar „Qualitative InfraRed Thermography 4. – QIRT'98” Book of abstracts</i> . Łódź, 1998, s. 53-54.
77.	J. Czekalski, D. Kozakiewicz, M. Michalak , M. Stasiak: „Wytwarzanie przędzy mieszkankowych z udziałem modyfikowanych włókien tykowych.” <i>5th International Conference „Science and Life Quality.”</i> Vilnius, 1998, Vol. 8, s. 262-265.

78.	M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "Application of thermography for slow and fast varying processes in textile research", 5 th <i>Quantitative Infrared Thermography – QIRT'2000</i> . Reims, Francja, 18-20 lipca 2000, s. 283 - 288.
79.	M. Michalak , I. Krucińska: "Thermography method in the studies of strength of composite textile materials", Research in Design and Technology. <i>Proceedings of International Conference</i> . Kaunas, Litwa, 21-22 września 2000, s. 25-31.
80.	M. Michalak , I. Krucińska: "Barrier properties of textiles with hemp fiber components" <i>II-nd Conference "Metrology in Textile Engineering" and 1st International Workshop NETECOFLAX'2000</i> . Łódź, 23 – 24 listopada. <i>Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej</i> . 2000, nr 855 Włók. z.59, s. 248-257.
81.	M. Michalak , I. Krucińska: "Thermography method in the studies of strength of composite textile materials", Research in Design and Technology. <i>Proceedings of International Conference</i> . Kaunas, Litwa, 21-22 września 2000, s. 25-31.
82.	M. Michalak: "Destructive effect of defects in the twisting system of a ring frame on elements of the system." The 80 th World Conference of the Textile Institute. Papers (CD-ROM). Manchester 2000.
83.	M. Zimniewska, M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "The comparison of the physical properties of the surface of clothing made from flax and polyester fibres. W: Updating the "cotonized" flax processing." <i>Proceedings Of The 2nd International NETECOFLAX Workshop</i> . Universidade Da Beira Interior, Covilha, Portugalia, January 2002, s. 153-176.
84.	M. Zimniewska, M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "The physical properties of the surface of apparel made from flax and polyester fibres." W: <i>ITC & DC. 1st International Textile, Clothing & Design Conference "Magic World of Textiles"</i> . Dubrovnik, Chorwacja, 6-9 October 2002. Book of Proceedings [B.m.] 2002, s. 579-585.
85.	M. Zimniewska, M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "The comparison of the physical properties of the surface of clothing made from flax and polyester fibres. W: Updating the "cotonized" flax processing." <i>Proceedings Of The 2nd International NETECOFLAX Workshop</i> . Universidade Da Beira Interior, Covilha, Portugalia, January 2002, s. 153-176.
86.	M. Michalak , M. Zimniewska, B. Więcek: "The study of thermal properties of linen/PES fabrics using thermovision methods." <i>The 3^d AUTEX Conference "World Textile Conference"</i> . Gdańsk, Polska, 25-27 June 2003. Book 1. Łódź 2003, s. 385-393.
87.	M. Michalak , J. Bilka: "Multi-layer structures of attenuating properties." <i>International Conference "Baltic Textile & Leather"</i> . Kaunas-Vilnius, Lithuania, 11-12 September 2003. Proceedings [B.m.] 2003, s.39-44.
88.	M. Michalak , B. Surma: "Barrier nonwovens containing bast fibres." <i>International Conference "Baltic Textile & Leather"</i> . Kaunas-Vilnius, Lithuania, 11-12 September 2003. [B.m.] 2003, s. 45-50.
89.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska: "Modelling and thermography measurements of thermal properties of nonwovens." <i>6th Quantitative InfraRed Thermography – QIRT'2002, Dubrovnik, Croatia</i> , September 24-27, 2002. Proceedings of International QIRT Conference. [B.m.] 2003, s. 197-202.
90.	M. Michalak , I. Krucińska, R. Brazis: „Barrier properties of textiles with hemp fibres." <i>EL-TECH'2002. V Międzynarodowe Sympozjum „Pola Elektrostatyczne i Elektromagnetyczne – Nowe Materiały i Technologie"</i> . Łódź, 2002, Streszczenia referatów. s. 45-54.
91.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska, M. Lis: "Thermal barrier properties of nonwovens multilayer structures investigated by infrared thermography." <i>7th Quantitative Infrared Thermography – QIRT'2004</i> . Bruksela, Belgia, 4-6 lipca, 2004. Proceedings [B.m.] 2004, s.D.14.1-D.14.7.

92.	M. Michalak , R. Brazis, J. Bilska, A. Vitkauskas: „Warstwowe struktury włókninowe do tłumienia fal elektromagnetycznych.” <i>VI Międzynarodowe sympozjum "Pola elektrostatyczne i elektromagnetyczne – nowe materiały i technologie."</i> EL-TEX'2004. Łódź, 25-26 listopada 2004. Dokument elektroniczny + CD-ROM, s. 63-71.
93.	M. Michalak , J. Bilska, I. Krucińska: „A new smart textile product.” <i>Proceedings of the 8th International Commodity Science Conference IcomSC'05. "Current Trends In Commodity Science"</i> . Poznań, Poland, August 28 – September 4, 2005, s. 798–806.
94.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska, M. Kaczmarek: „New infrared thermography method for investigation of heat transport in nonwovens.” <i>7th International Conference ArchTex'2005 "High Technologies in Textiles"</i> . Poland, Cracow, September 18–20, 2005, s. 13–18.
95.	M. Michalak , I. Krucińska, R. Brazis, A. Vitkauskas, E. Skrzetuska: „Studies on multilayer nonwovens containing flax fibres designed for electromagnetic radiation barriers.” <i>14th International Baltic Conference Materials Engineering</i> . [B.m.] 2005, s. 66-67.
96.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska, M. Felczak: "The thermal wave method for investigations of textile properties.” <i>QIRT'2006. 8th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography</i> . [B.m.] 2006. Dokument elektroniczny. s. 1-7
97.	M. Michalak , R. Brazis, V. Kazakevicius, J. Bilska, I. Krucińska: „Modelowanie włókien przeznaczonych na bariery promieniowania elektromagnetycznego.” <i>EL-TEX'2006. VII Międzynarodowe Sympozjum</i> . [Dokument elektroniczny]. [B.m.], 2006, 1 dysk optyczny (CD-ROM) s. 1-7.
98.	Ł. Januszkiewicz, S. Hausman, T. Kacprzak, M. Michalak , J. Bilska, I. Krucińska: „Textile body-worn exponentially tapered vee antenna.” <i>MIKON'2008. 17th International Conference on Microwaves, Radar and Wireless Communication</i> . Poland, Wrocław, May 19-21-2008, Warszawa 2008, s. 189-192.
99.	M. Michalak , M. Felczak, B. Więcek: “A new method of evaluation of thermal parameters for textile materials.” <i>QIRT'2008. 9th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography</i> . Kraków, 2-4 lipca 2008. Łódź, 2008, s. 427-431.
100.	M. Michalak , M. Felczak, B. Więcek: “A new method of evaluation of thermal parameters for textile materials.” <i>QIRT'2008. 9th International Conference on Quantitative InfraRed Thermography</i> . Kraków, 2-4 lipca 2008. [Dokument elektroniczny] [B.m.]. 2008 1 dysk optyczny (CD-ROM) D:/11 04 05. pdf s. 1-6.
101.	M. Michalak , P. Bayer, R. Czajka, A. Dziedzic, T. Kabziński, R. Krawczyk, E. Kubik, A. Mróz, B. Poliwka, M. Smolińska, A. Szkudlarek, S. Świsłowski: „Pomoc Unii Europejskiej Dla Małych i Średnich Przedsiębiorstw Udzielana W Ramach Programów Unijnych. Konferencja: "Nowe generacje materiałów w tekstylnych wyrobach specjalnego przeznaczenia." Referaty. Łódź, 2001, s. 68-85.
102.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska: „Badanie warstwowych układów włókninowych nową metodą termowizyjną.”. <i>TTP'2004 IV Krajowa Konferencja Termografia i Termometria Podczerwieni</i> . Ustron, 6-8 listopada 2004. Łódź. s.343-347.
103.	M. Michalak , K. Buczek, A. Brzozowska, T. Czochrowski, K. Gajewicz, M. Grabska, A. Miśkiewicz, I. Niewiadomska, A. Wasilewski, A. Zagrodzka: „Zastosowanie włókien o właściwościach biodegradowalnych na wysypiskach odpadów.” <i>II Konferencja Naukowa „Energia – Etyka – Ekologia”</i> , Kraków, 19 – 21 maja 2004, Zeszyty Studenckiego Towarzystwa Naukowego, nr 3, s. 111-118
104.	M. Michalak , M. Tszedel, K. Kostanek, M. Kubus, I. Kubsz: “Jedwab pajęczy – perspektywy czy niebezpieczeństwo.” <i>III Konferencja Naukowa „Energia – Etyka – Ekologia”</i> , Kraków, 7 – 19 maja 2006. Zeszyty Studenckiego Towarzystwa Naukowego, nr 8, s. 93-102.

105.	M. Michalak , M. Tsydel, B. Nowak, B. Surma: "Wyroby z „podwodnego” jedwabiu mocniejsze od stalowych." <i>III Konferencja Naukowa „Energia – Etyka – Ekologia.”</i> Kraków, 17 – 19 maja 2006, Zeszyty Studenckiego Towarzystwa Naukowego, nr 8, s. 103-112.
106.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska, M. Felczak: „Metoda fali cieplnej i luster podczerwieni do badania właściwości cieplnych płaskich materiałów włókienniczych.” <i>TTP’2006. VII Krajowa Konferencja Termografia i Termometria w Podczerwieni.</i> Ustroń, 16-17 listopada 2006, s. 355-360.
107.	M. Michalak , T. Czajkowski, I. Kubsz, K. Kostanek, K. Wilamowska, M. Stalińska: „Etyczna i ekologiczna Manufaktura – dawniej i dziś.” <i>V Konferencja Naukowa Energia – Ekologia - Etyka.</i> Kraków 2010. Zeszyty Studenckiego Towarzystwa Naukowego. 2010, nr 19, s. 55-62.
108.	I. Krucińska, E. Gliścińska, M. Michalak Efficient utilization of biomass to produce sound-absorbing composites, 2 nd International Conference on Natural Fibers, 27-29 April 2015, Azores, Portugalia, oral presentation ID 75, session 8 Greencomposites, abstract str. 78-79 w Book of Abstracts edited by R. Figueiro, ISBN 978-989-98468-5-2 i full paper on CD: PROCEEDINGS ISBN: 978-989-98468-4-5 str. 1-9.

REFERATY NA KONFERENCJACH (opublikowane częściowo)

109.	M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "Application of thermovision method in textile research" <i>The 10th International Wool Conference.</i> Aachen, Germany, 26 November – 1 December 2000. Abstracts [B.m.] 2000, s. 201-201.
110.	M. Michalak , I. Krucińska, B. Więcek: "Application of thermography for slow and fast varying processes in textile research." <i>QIRT’2000. Quantitative InfraRed Thermography 5. Eurotherm Seminar 64.</i> Book of Abstracts. Łódź 2000, s. 127.
111.	M. Michalak , J. Bilka,: "Elektroprzewodzące warstwowe struktury włókninowe, jako materiały barierowe." <i>VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Nauka a Jakość Życia.”</i> Wilno, czerwiec 2004.
112.	S. Hausman, Ł. Januszkiewicz, M. Michalak , T. Kacprzak, I. Krucińska: „Parametry elektryczne włóknin w zakresie wielkich częstotliwości.” <i>EL-TEX’ 2006. VII Międzynarodowe Sympozjum.</i> 16-17 listopada 2006 Streszczenia referatów. [B.m.] 2006, s. 43-44.
113.	M. Michalak , J. Bilka, I. Krucińska, M. Cybula: „Tekstoniczny wyrób włókninowy przeznaczony do wykorzystania w odzieży specjalnej.” <i>VII Międzynarodowe Sympozjum EL-TEX’2000.</i> Łódź, 16-17 listopada 2006. Streszczenia referatów. [B.m.] s. 42.
114.	M. Michalak , I. Krucińska, B. Surma: „Tekstoniczny wyrób włókninowy.” <i>VII Międzynarodowe Sympozjum EL-TEX’2006.</i> Łódź, 16-17 listopada 2006. Streszczenia referatów. [B.m.] s. 51.
115.	M. Michalak , B. Więcek: „Pomiary właściwości cieplnych płaskich wyrobów włóknistych metodą bezkontaktową.” <i>XXXIX Międzyuczelniana Konferencja Metrologów.</i> Łódź, 24-26 września 2007, CD
116.	M. Michalak , R. Brazis, V. Kazakevičius, J. Bilka, I. Krucińska: "Novel approach to textile design for barriers against electromagnetic radiation." <i>International Conference on Innovative Natural Fibre Composites for Industrial Applications</i> , Rome, Italy, October 10-13, 2007. CD
117.	M. Michalak , B. Więcek, I. Krucińska, I. Kubsz: "Modeling and investigation of smart nonwovens with thermostabilization." <i>1st Aachen-Dresden International Textile Conference.</i> 2007, Aachen, November 28-29. [Dokument elektroniczny]. [B.m.], 2007, 1 dysk optyczny (CD-ROM) s. 1-2.
118.	B. Surma, M. Tsydel, M. Michalak : "Caddis larvae natural filaments." <i>IMTEX’2007. Proceedings of 9th International Scientific Conference.</i> October 8-9, Łódź, Poland, s. 138-140.
119.	M. Michalak , V. Kazakevicius, S. Dudzińska, I. Krucińska, R. Brazis: „Split-ring embroidered textile design for barriers against microwave radiation.” <i>EL-TEX’2008. VIII Międzynarodowe Sympozjum.</i> Łódź, listopad 2008. Streszczenia referatów. [B.m.], 2008, s.31-32.

120.	M. Felczak, M. Michalak , B. Więcek: „Wyznaczanie przewodności cieplnej materiałów tekstylnych przy użyciu termowizji.” Streszczenie TTP IX Konferencja Termografia i Termometria w Podczerwieni TTP'2010.
121.	I. Krucińska, E. Gliścińska, M. Michalak , J. Kazimierczak, A. Bloda, D. Ciechańska: Preliminary studies on the manufacturing of thermoplastic sound absorbing composites from nonwovens and cellulose submicrofibres. Autex 2013. 13th Autex World Textile Conference. Proceedings [Dokument elektroniczny]. 2013 s. 1-6
122.	Marina Michalak : The study of thermal properties of smart flat materials by contactless thermography method. Autex 2013. 13th Autex World Textile Conference. Proceedings [Dokument elektroniczny]. 2013. s. 1-4
123.	A. Komisarczyk, G. Dziworska, I. Krucińska, M. Michalak , W. Strzembosz, A. Kaflak, M. Kałuża: Visualisation of liquid flow phenomena in textiles applied as a wound dressing. AUTEX Res. J. [Dokument elektroniczny] 2013 Vol.13 nr 4 s.141-149,
124.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska: The influence of press conditions on the acoustic properties of hybrid nonwoven based composites. TexComp-11 Conference. 2013, s.1-4
125.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska: Sound absorption property of nonwoven based composites. AUTEX Res. J. [Dokument elektroniczny] 2013 Vol.13 nr 4 s.150-155,
126.	I. Krucińska, E. Gliścińska, M. Michalak , J. Kazimierczak, A. Bloda, D. Ciechańska: The influence of cellulose submicrofibres reinforcement on the sound absorption behavior of thermoplastic composites. 1st International Conference on Natural Fibers. Sustainable Materials for Advanced Applications. Book of Abstracts. 2013, s. 385-386
127.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska, D. Ciechańska, A. Bloda, J. Kazimierczak, E. Kopania, J. Wietecha: Kompozyty termoplastyczne do pochłaniania dźwięku”, Konferencja Naukowa Materiałów kompozytowych 2014 „Przyszłość zaczyna się dziś”, 06.06.2014r., Politechnika Wrocławska, Wrocław
128.	A. M. Grancarić, I. Krucińska, E. Gliścińska, A. Tarbuk, M. Michalak , S. S. Ramkumar: Nonwoven composite for sound absorption. Autex 2014. 14th Autex World Textile Conference. Book of abstracts
129.	A. Tarbuk, A. M. Grancarić, E. Gliścińska, I. Krucińska, S.S. Ramkumar: Nonwoven composite in PPE”, 5th International Professional and Scientific Conference “Occupational Safety and Health. Zadar, Croatia, 17-20.09.2014, BOOK OF PROCEEDINGS/ Kirin, Snježana (ur.). – Karlovac: Veleučilište u Karlovcu / Karlovac University of Applied Sciences, 2014, 613-618.
130.	E. Gliścińska, I. Krucińska, M. Michalak , M. Puchalski, J. Kazimierczak, A. Bloda, D. Ciechańska: Sound absorption of composites with waste cellulose submicrofibres. Autex 2014. 14th Autex World Textile Conference. Book of abstracts
131.	I. Krucińska, M. Michalak , E. Gliścińska, A. Błasińska: Wytwarzanie funkcjonalnych kompozycji włóknistych na bazie włókien i włókien z nanowłóknami celulozowymi. Konferencja pt. „Biomasa, biodegradowalne polimery, kompozyty i materiały włókniste”, Łódź 13-14 listopada 2014 r.
132.	E. Gliścińska, M. Michalak , I. Krucińska: The sound absorption and thermal insulation of fiber-reinforced thermoplastic composites, ICCS18 - 18th International Conference on Composite Structures, Lisbon, Portugal, 15-18 June 2015.
133.	E. Gliścińska, I. Krucińska, M. Michalak , M. Puchalski, D. Ciechańska, J. Kazimierczak, A. Bloda: Bio-Based Composites for Sound Absorption, Chapter 12 in the book Composites from Renewable and Sustainable Materials, INTECH, "Composites from Renewable and Sustainable Materials", book edited by Matheus Poletto, ISBN 978-953-51-2794-9, Print ISBN 978-953-51-2793-2, Published: November 30, 2016 under CC BY 3.0 license, http://www.intechopen.com/

	books/composites-from-renewable-and-sustainable-materials, http://dx.doi.org/10.5772/65360 , 217-239
134.	M. Michalak , R. Brazis, D. Schabek, I. Krucińska: Textile Metamaterials, <i>Proceedings of the 19th World Textile Conference - Autex 2019</i> .

ROZDZIAŁY W PODRĘCZNIKACH I SKRYPTACH ORAZ MONOGRAFIACH

1.	D. Cyniak, M. Michalak : „Zasady jakościowania przędzy.” <i>Laboratorium z przędzalnictwa. Cz.1. Ćwiczenia rachunkowe</i> . Łódź, 1994, s. 172-196.
2.	I. Krucińska, W. Konecki, M. Michalak : „Systemy Pomiarowe we włókiennictwie.” Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej. Łódź, 2006.
3.	„ Bio-Based Composites for Sound Absorption .” Gliścińska Eulalia, Krucińska Izabella, Michalak Marina, Puchalski Michał, Ciechańska Danuta, Kazimierczak Janusz, Błoda Arkadiusz. W: Composites from Renewable and Sustainable Materials. Rijeka: 2016, p. 217-239. AF: K-48

MONOGRAFIA

Marina Michalak , „Badanie przewodności cieplnej materiałów włókienniczych”, Politechnika Łódzka, Zeszyty Naukowe nr 1122, Łódź, 2012
--

.....
(podpis wnioskodawcy²)

¹ Dokument utrwalony w postaci elektronicznej opatruje się kwalifikowanym podpisem elektronicznym, podpisem zaufanym albo podpisem osobistym.

² Dokument utrwalony w postaci elektronicznej opatruje się kwalifikowanym podpisem elektronicznym, podpisem zaufanym albo podpisem osobistym.