

## Wpływ efektu gofrowania na wybrane właściwości tkanin gofrowanych

Influence of the seersucker effect on selected properties of seersucker woven  
fabrics

Małgorzata Matusiak\*

Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka

---

### Abstrakt

Celem badań była ocena wpływu efektu gofrowania na wybrane właściwości tkanin gofrowanych. Badaniom poddano 9 wariantów tkanin gofrowanych bawełnianych o zróżnicowanej strukturze. Zróżnicowanie struktury uzyskano poprzez zmianę raportu pasków gofrowanych, tzn. ich szerokości oraz odległości między paskami, a także zastosowanie 3 rodzajów przędzy wątkowej. Zakres badań obejmował właściwości mechaniczne, termoizolacyjne i powierzchniowe. Przedstawione badania potwierdziły wpływ wariantu raportu pasków gofrowanych na właściwości mechaniczne i termo-izolacyjne tkanin gofrowanych bawełnianych. Wykazano również zależność pomiędzy parametrami charakteryzującymi geometryczną strukturę powierzchni tkanin gofrowanych a ich właściwościami mechanicznymi i termoizolacyjnymi.

### Abstract

The aim of the research was to evaluate the influence of the seersucker effect on selected properties of the seersucker woven fabrics. Nine variants of cotton seersucker woven fabrics of various structure have been the objects of investigations. Diversification of the structure was obtained by changing the report of the seersucker effect i.e. width the puckered strips and distance between them, as well as the use of three types of weft yarns. The scope of the research included mechanical, thermal-insulation and surface properties. The presented research confirmed the influence of the variant of the puckered stripes report on the mechanical and thermal-insulating properties of the fabrics. The relationship between the parameters characterizing the geometric structure of the surface of seersucker woven fabrics and their mechanical and thermal-insulation properties was also demonstrated.

*Słowa kluczowe:* tkaniny gofrowane, opór cieplny, przewodność cieplna, wytrzymałość na rozciąganie, sztywność zginania

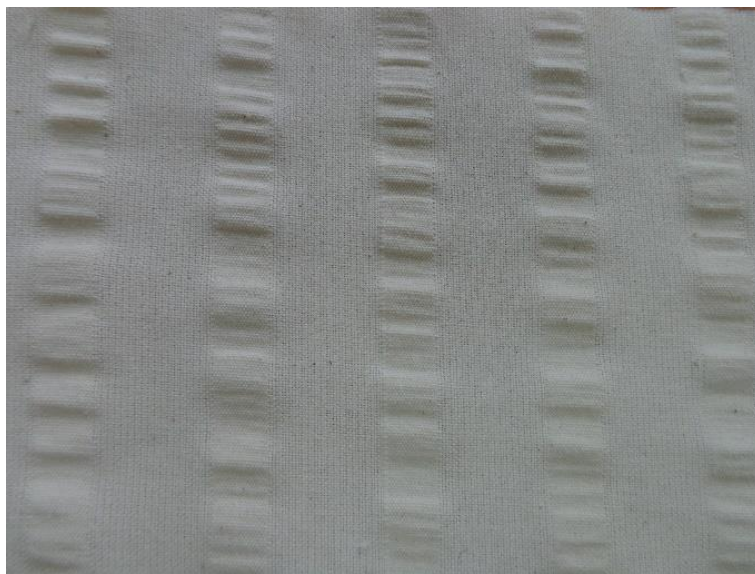
*Key words:* seersucker woven fabrics, thermal resistance, thermal conductivity, tenacity, bending stiffness.

---

\* autor korespondencyjny: dr hab. inż. Małgorzata Matusiak: małgorzata.matusiak@p.lodz.pl

## 1. Wstęp

Tkaniny gofrowane charakteryzują się specyficzną strukturą polegającą na występowaniu wypukło-wklęsłych pasków wzdłuż osnowy naprzemiennie z paskami gładkimi [1 - 3]. Taka struktura może być tworzona różnymi metodami. Wśród tych metod wymienia się metodę tkacką, wykończalniczą oraz termiczną (wykończalniczo-tkacką) [4]. Szosland zaliczył tkaniny gofrowane do grupy tkanin z reliefem [5]. Najbardziej rozpowszechnioną metodą wytwarzania tkanin jest metoda tkacka. W metodzie tej efekt gofrowania uzyskuje się bezpośrednio na krośnie. Stosuje się dwie osnowy, każda o innym naprężeniu. Po zdjęciu tkaniny z krosna, na skutek relaksacji naprężeń w osnowie tzw. gofrującej, formowana jest wypukło-wklęsła struktura fazy gofrowanej tkaniny (Rys. 1).



**Rys. 1.** Przykładowa tkanina gofrowana [źródło: opracowanie własne].

Unikatowa struktura tkanin gofrowanych wpływa na ich właściwości, jak również na właściwości i funkcjonalność odzieży wykonanej z tych tkanin. Przede

wszystkim wypukło-wklęsła struktura tkanin gofrowanych wpływa na ich walory estetyczne. Odpowiednie skoordynowanie efektu gofrowania, czyli fazy wypukło-wklęsłej tkaniny ze splotem fazy wypukłej i fazy gładkiej oraz kolorystyką przędzy osnowowej i wątkowej pozwala na uzyskanie unikatowych efektów wzorniczych (Rys. 2).



**Rys. 2.** Przykładowa tkanina gofrowana kolorowo tkana [źródło: opracowanie własne].

Tkaniny gofrowane cenione są za to, że nie muszą być prasowane. To znacznie ułatwia użytkowanie wyrobów z tych tkanin i wiąże się z wysoką jakością eksploatacyjną. Inną zaletą, podkreślaną przez naukowców, jest zdolność tkanin gofrowanych do zapewnienia komfortu termo-fizjologicznego [1, 4, 6]. Komfort ten definiowany jest jako stan zadowolenia z warunków cieplnych otoczenia [7]. Komfort fizjologiczny ma miejsce w przypadku, gdy użytkownik odzieży nie czuje, że jest mu zimno lub za ciepło oraz, gdy pot wytwarzany przez organizm może być odparowany do otoczenia. Na komfort termo-fizjologiczny użytkownika odzieży wpływa szereg czynników, związanych z organizmem człowieka, odzieżą oraz

środowiskiem. Najważniejsze właściwości materiałów włókienniczych i odzieży, związane z komfortem termo-fizjologicznym, to: izolacyjność cieplna, przepuszczalność pary wodnej, transport płynnej wilgoci oraz przewiewność.

W przypadku tkanin gofrowanych efekt gofrowania w postaci wypukło-wklęsłych pasków tworzy przestrzenie powietrzne między ciałem a tkaniną. Tym samym tkanina nie przylega całą powierzchnią do skóry użytkownika. Struktura geometryczna powierzchni tkaniny gofrowanej zapewnia chłodzenie ciała w warunkach mikroklimatu gorącego, gdyż gofrowany obszar tkaniny utrzymuje tkaninę z dala od skóry, ułatwiając cyrkulację powietrza i pary wodnej.

Struktura i właściwości powierzchniowe tkanin gofrowanych oddziałują również na odczuwanie komfortu sensorycznego. Komfort ten związany jest z odczuciami wywołanymi bezpośrednim kontaktem odzieży ze skórą użytkownika. Na komfort sensoryczny wpływają takie właściwości materiałów odzieżowych, jak: szorstkość, gładkość, włochatość, zanopienie [8, 9]. W przypadku tkanin gofrowanych, ich szorstka powierzchnia, zwłaszcza w fazie gofrowanej [9], może być przyczyną dyskomfortu sensorycznego. Badania wykazały również, że tkaniny te charakteryzują się znacznie większą sztywnością niż standardowe tkaniny gładkie [10].

Kształtowanie się właściwości tkanin gofrowanych w głównej mierze zależy od tzw. efektu gofrowania, czyli kształtu wypukło-wklęsłych pasków biegnących wzdłuż osnowy. Jednakże analiza zależności pomiędzy tzw. efektem gofrowania a wybranymi właściwościami tkanin gofrowanych jest możliwa dopiero po skwantyfikowaniu efektu gofrowania. Dotychczas jedyną miarą, którą wykorzystuje się do ilościowego opisu efektu gofrowania, jest wrobienie osnowy tworzącej paski gofrowane. Wrobienie to jest wysokie, wielokrotnie większe od wrobienia osnowy tworzącej paski gładkie w tkaninach gofrowanych.

Celem przedstawionych badań była analiza wpływu efektu gofrowania na wybrane właściwości tkanin gofrowanych. Analizie poddano wybrane właściwości mechaniczne oraz wpływające na komfort termo-fizjologiczny.

## **2a. Materiał badawczy**

Badaniom poddano tkaniny gofrowane bawełniane o programowo zróżnicowanej strukturze. Tkaniny różniły się między sobą pod względem raportu gofrowania oraz grubości przędzy wątkowej. W obu osnowach zastosowano przędzę bawełnianą skręcaną o masie liniowej 20 tex x 2. Jako wątek zastosowano również przędze bawełniane skręcane:

- 20 tex x 2,
- 25 tex x 2,
- 30 tex x 2.

W badanych tkaniach zastosowano trzy warianty raportów pasków gofrowanych, różniące się szerokością pasków gofrowanych oraz odstępami między paskami gofrowanymi. Zastosowano następujące warianty raportu gofrowania:

- wariant MM1 – szerokość pasków gofrowanych i odległość między paskami odpowiednio: 5 mm i 9 mm,
- wariant MM2 – szerokość pasków gofrowanych i odległość między paskami odpowiednio: 9 mm i 18 mm,
- wariant MM3 – szerokość pasków gofrowanych i odległość między paskami odpowiednio: 11 mm i 41 mm.

Ogółem zbadano 9 wariantów tkanin gofrowanych surowych. Podstawowe parametry strukturalne tkanin poddanych badaniom przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Podstawowe parametry tkanin gofrowanych surowych poddanych badaniom.

Parametr	Jednostka	Wartość								
		MM1			MM2			MM3		
Splot osnowa I	-	płótno								
Splot osnowa II	-	ryps 2/2 (2)								
Przędza wątkowa	-	20 tex x 2	25 tex x 2	30 tex x 2	20 tex x 2	25 tex x 2	30 tex x 2	20 tex x 2	25 tex x 2	30 tex x 2
Liczność osnowy	cm <sup>-1</sup>	12,7	11,9	12,7	12,6	12,5	12,3	11,4	11,8	11,6
Liczność wątku	cm <sup>-1</sup>	11,4	11,1	10,4	11,5	11,0	10,4	11,4	11,3	11,4
Masa powierzchniowa	g m <sup>-2</sup>	212,9	233,0	253,0	207,8	226,1	245,6	192,8	212,5	230,0
Wrobiecie osnowa I	%	8,3	7,3	7,9	6,0	6,3	8,2	5,2	6,6	11,1
Wrobiecie osnowa II	%	49,8	56,0	60,2	48,8	50,4	49,6	49,7	46,3	47,2
Wrobiecie wątek	%	7,1	8,6	8,7	6,4	6,4	6,2	9,2	5,0	6,7

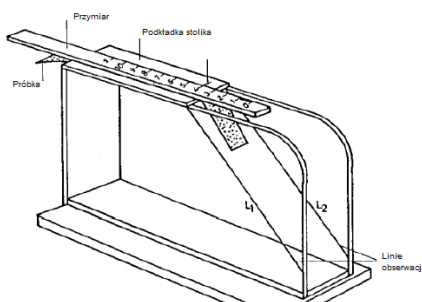
## 2b. Metody badawcze

Badania właściwości termoizolacyjnych tkanin gofrowanych wykonano za pomocą przyrządu Alambeta firmy Sensora (Czechy) (Rys.3) [2, 11-14]. Jest to przyrząd pomiarowy, służący do oceny podstawowych, statycznych i dynamicznych, charakterystyk termicznych wyrobów włókienniczych. Alambeta mierzy bezpośrednio stacjonarną gęstość przepływu ciepła poprzez pomiar energii elektrycznej na znanej powierzchni płyty, różnicę temperatury pomiędzy dolną i górną powierzchnią próbki oraz grubość materiału. W oparciu o wyniki pomiarów obliczane są wartości parametrów termoizolacyjnych badanych materiałów.



**Rys. 3.** Alambeta - najnowszy model przyrządu, zastosowany w przedstawionych badaniach [14].

Oprócz oporu cieplnego i przewodności cieplnej, za pomocą przyrządu Alambeta można wyznaczyć absorpcyjność cieplną, dyfuzyjność cieplną oraz grubość badanego materiału. W przedstawionych badaniach dla każdego wariantu tkanin gofrowanych wykonano 7 powtórzeń pomiarów za pomocą przyrządu Alambeta. Właściwości mechaniczne wyznaczono za pomocą metod znormalizowanych. Maksymalną siłę zrywającą i względne wydłużenie przy maksymalnej sile zrywającej wyznaczono za pomocą maszyny wytrzymałościowej HOUNSFIELD wg PN PN-EN ISO 13934-1:2013-07 [15]. Szerokość pasków poddanych rozrywaniu wynosiła 5 cm. Badanie prowadzono do zerwania. Należy nadmienić, że w kierunku osnowy zrywy przędz tworzących paski gładkie. Pomiar sztywności zginania wykonano metodą stałego kąta wg PN -P-04631[16].



**Rys. 4.** Przyrząd do pomiaru sztywności zginania tkanin; na podstawie [17].

Do wyznaczenia parametrów charakteryzujących geometryczną strukturę powierzchni tkanin gofrowanych zastosowano profilometr MicroSpy<sup>®</sup> Profile firmy FRT the art. of metrology<sup>™</sup> (Rys. 5) [18]. Dane z profilometru przetwarzano za pomocą współpracującego z profilometrem oprogramowania MarkIII, także firmy FRT [19]. Parametry chropowatości i falistości wyznaczone zgodnie z normą PN -EN ISO 4287 [20].



**Rys. 5.** Profilometr MicroSpy<sup>®</sup> Profile firmy FRT [źródło: opracowanie własne].

Dla każdego wariantu tkanin gofrowanych zbadano 5 próbek o wymiarach: 5 cm x 5 cm. Parametry chropowatości i falistości wyznaczono osobno dla jednego raportu efektu gofrowania oraz osobno dla obszaru pasków gofrowanych i gładkich. Analizę statystyczną uzyskanych wyników badań wykonano za pomocą narzędzi statystycznych dostępnych w oprogramowaniu TIBC<sup>®</sup> STATISTICA<sup>™</sup> wersja

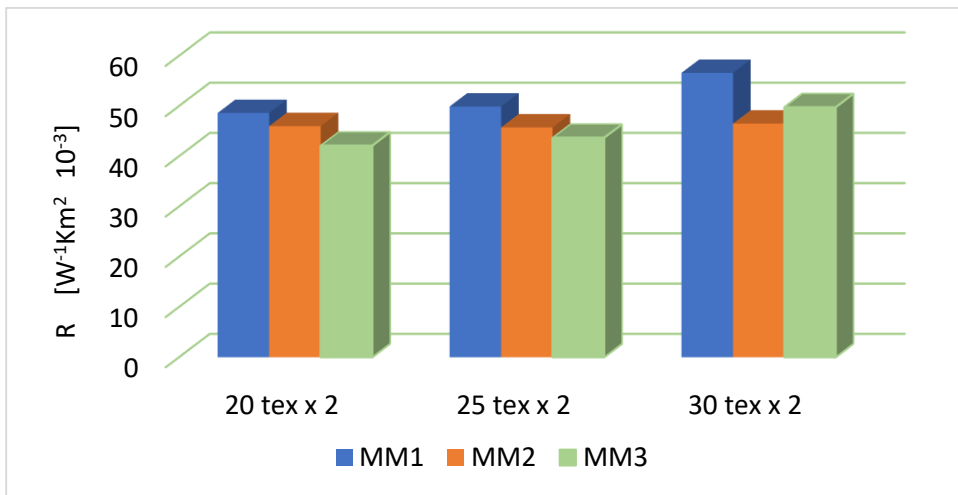


13.3. Do analizy danych zastosowano następujące narzędzia statystyczne: analiza korelacyjna, ANOVA, analiza regresji [21].

### **3. Uzyskane wyniki i ich analiza**

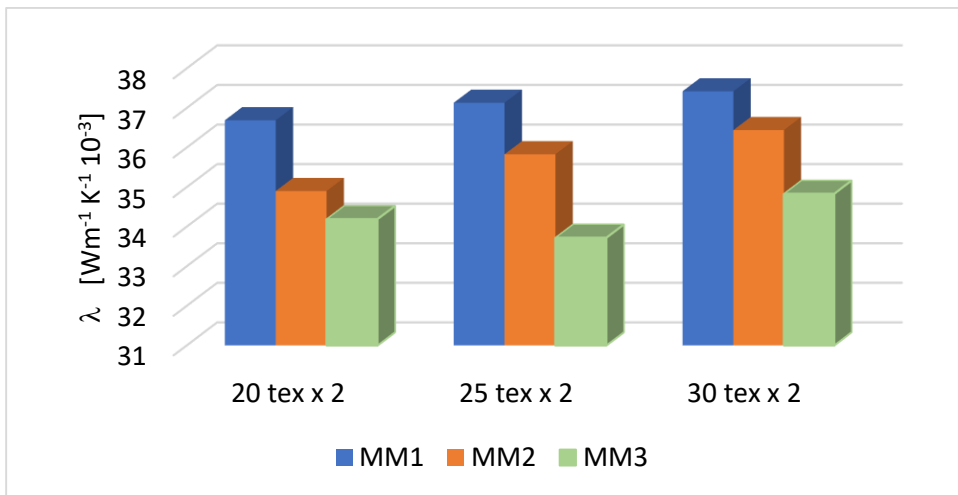
W tym miejscu należy nadmienić, że nie sposób w jednym artykule przedstawić wszystkich wyników uzyskanych w ramach przeprowadzonych badań z użyciem profilometru. Zbiór danych jest zbyt obszerny. Przykładowo, za pomocą profilometru i współpracującego oprogramowania wyznaczono wszystkie możliwe wskaźniki i funkcje, które zostały opisane w normie [20]. Ponadto, parametry i funkcje wyznaczono dla całego obszaru próbki, powierzchni jednego raportu gofrowania oraz poszczególnych pasków gofrowanych. Dlatego też przedstawiono tylko wybrane wyniki analizy statystycznej, zwłaszcza te, które pokazują wpływ efektu gofrowania na wybrane właściwości tkanin gofrowanych.

Wykres poniżej (Rys. 6) przedstawia opór cieplny badanych tkanin gofrowanych zmierzony za pomocą przyrządu Alambeta. Wyraźnie widoczny jest wpływ raportu efektu gofrowania na wartość oporu cieplnego. W grupach tkanin, w których zastosowano tę samą przędzę wątkową (20 tex x 2, 25 tex x 2 lub 30 tex x 2), wartość oporu cieplnego zróżnicowana jest w zależności od wariantu raportu pasków gofrowanych. W tkaninach z przędzą wątkową 20 tex x 2 i 25 tex 2 x opór cieplny maleje od wariantu MM1, poprzez wariant MM2, do wariantu MM3. W grupie tkanin z przędzą wątkową 30 tex x 2 zależność ta jest nieco zakłócona. Najniższą wartość oporu cieplnego stwierdzono dla wariantu raportu gofrowania MM2. Na podstawie wyników wieloczynnikowej analizy wariancji stwierdzono, że wpływ raportu efektu gofrowania na opór cieplny tkanin jest statystycznie istotny przy poziomie istotności 0,95.



**Rys. 6.** Opór cieplny badanych tkanin gofrowanych wg przyrządu Alambeta [źródło: opracowanie własne].

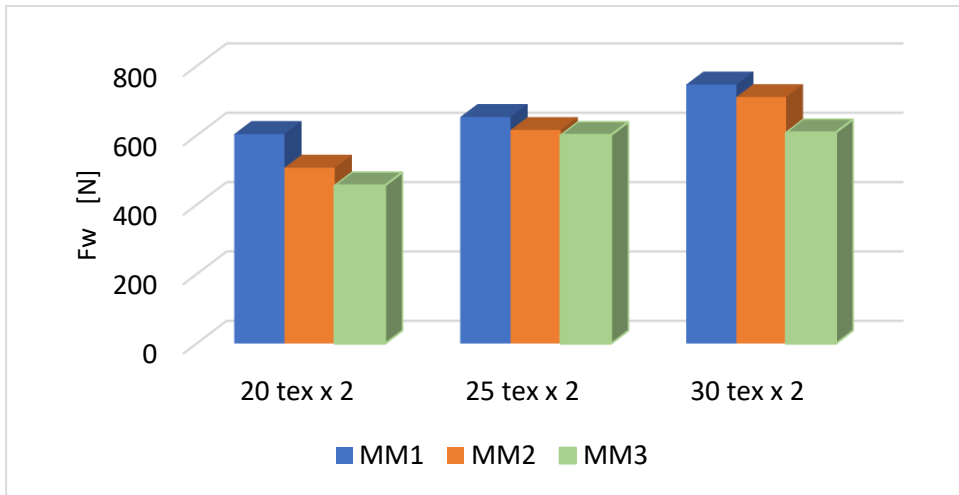
Stwierdzono bardzo wyraźny i statystycznie istotny wpływ raportu pasków gofrowanych na przewodność cieplną badanych tkanin (Rys. 7). Przewodność cieplna maleje od wariantu MM1, poprzez wariant MM2 do wariantu MM3. Jest to uzasadnione. Przewodzenie ciepła przez materiały włókiennicze ma miejsce głównie poprzez tworzywo włókniste. Warianty badanych tkanin różnią się między sobą udziałem procentowym pasków gofrowanych w całkowitej powierzchni tkaniny. Największy udział pasków gofrowanych w całkowitej powierzchni tkaniny występuje w tkaninie z raportem pasków gofrowanych MM1. Tym samym w tej grupie tkanin jest największy udział tworzywa włóknistego w jednostkowej powierzchni tkaniny, gdyż w paskach gofrowanych, ze względu na duże (kilkudziesięcioprocentowe) wrobienie przędzy osnowowej, jest większa zawartość tej przędzy niż w paskach gładkich.



**Rys. 7.** Przewodność cieplna badanych tkanin gofrowanych wg przyrządu Alambda [źródło: opracowanie własne].

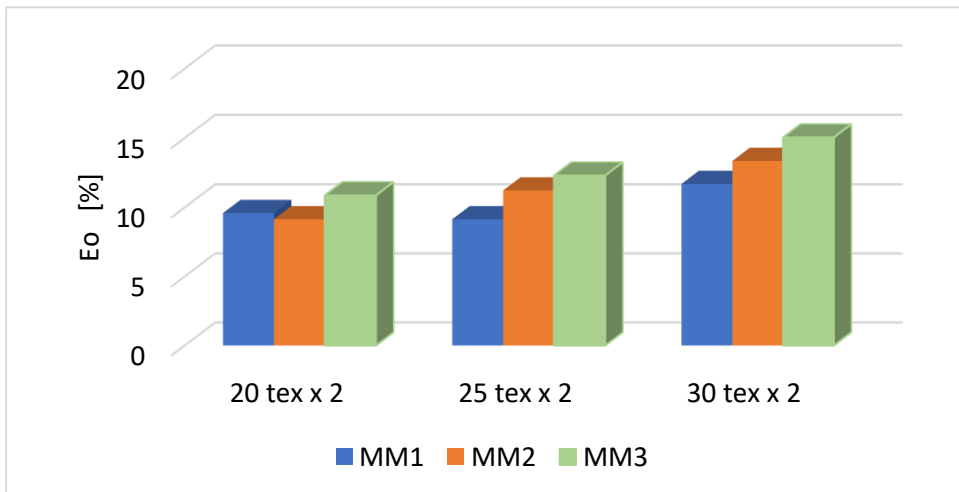
Analiza statystyczna z zastosowaniem wieloczynnikowej ANOVA wykazała również statystycznie istotny wpływ masy liniowej przędzy wątkowej na przewodność cieplną i opór cieplny tkanin gofrowanych. Również statystycznie istotne są interakcje pomiędzy czynnikami głównymi, tj. wariantem raportu pasków gofrowanych i masą liniową przędzy wątkowej. Wpływ wariantu raportu pasków gofrowanych na opór cieplny i przewodność cieplną tkanin gofrowanych jest modyfikowany wpływem masy liniowej przędzy wątkowej.

Efekt gofrowania ma również wpływ na parametry wytrzymałościowe tkanin gofrowanych. Szczególnie, w przypadku maksymalnej siły zrywającej w kierunku wątku odnotowano statystycznie istotną zależność maksymalnej siły zrywającej tkaninę od wariantu raportu pasków gofrowanych (Rys. 8). Najwyższą maksymalną siłę zrywającą w kierunku wątku odnotowano dla tkanin z raportem pasków gofrowanych MM1, czyli z największym udziałem fazy gofrowanej w powierzchni tkaniny, natomiast najniższą siłę zrywającą – dla tkanin reprezentujących wariant pasków gofrowanych MM3.



**Rys. 8.** Maksymalna siła zrywająca w kierunku wątku tkanin gofrowanych [źródło: opracowanie własne].

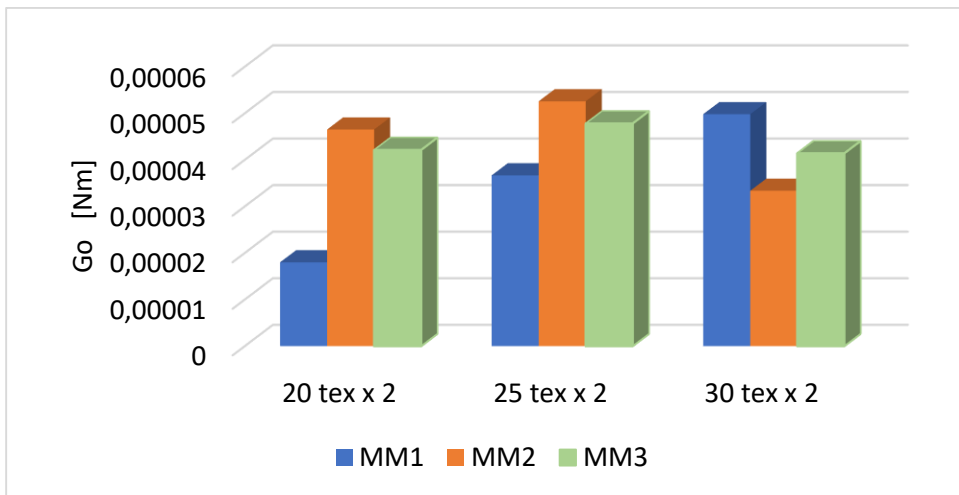
Względne wydłużenie przy maksymalnej sile zrywającej w kierunku osnowy tkanin gofrowanych rośnie od wariantu MM1, poprzez wariant MM2 do wariantu MM3 (Rys. 9).



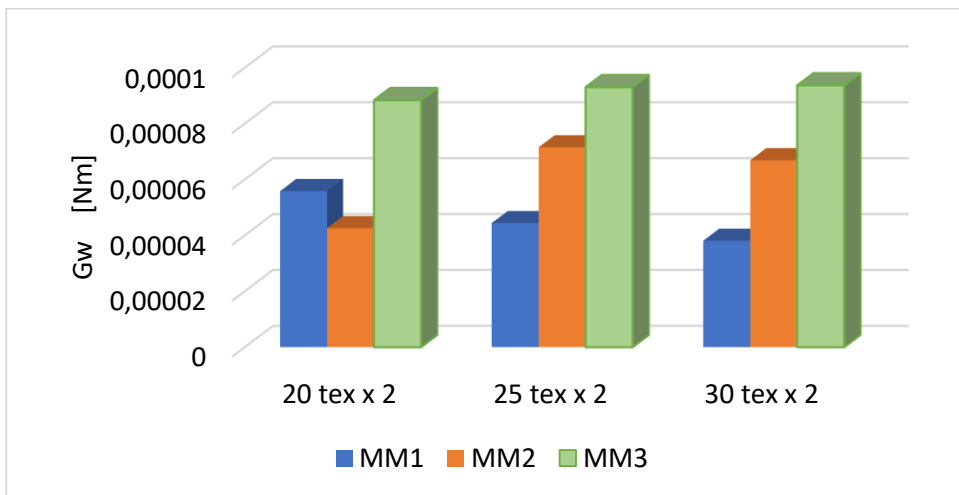
**Rys. 9.** Wydłużenie przy zerwaniu w kierunku osnowy tkanin gofrowanych [źródło: opracowanie własne].

Wyniki pomiaru sztywności zginania za pomocą metody stałego kąta również potwierdziły wpływ efektu gofrowania na tę właściwość tkanin. W grupach tkanin z przędzą wątkową o masie liniowej 20 tex x 2 oraz 25 tex x 2 najwyższą sztywność zginania w kierunku wątku odnotowano dla tkanin reprezentujących wariant raportu pasków gofrowanych MM2, najniższą – dla tkanin reprezentujących wariant MM1. W grupie tkanin z przędzą wątkową o masie liniowej 30 tex x 2 zależność jest odwrotna, tj. najniższą sztywność zginania w kierunku osnowy odnotowano dla wariant MM2 (Rys. 10). Trudno wyjaśnić to zjawisko. Istnieje wiele czynników wpływających na uzyskane wyniki [10]. Przede wszystkim należy nadmienić, że szerokość próbki, którą poddaje się badaniu w zastosowanej metodzie wyznaczania sztywności zginania, wynosi 3 cm. Tymczasem raport pasków gofrowanych dla wariantów MM1, MM2 i MM3 jest odpowiednio: 1,4 cm, 2,7 cm oraz 5,2 cm. W przypadku wariantu MM1 w próbce w kierunku osnowy mieściły się dwa raporty, w próbce tkaniny MM2 mieścił się jeden raport plus 3 mm, natomiast w próbce tkaniny z wariantem raportu pasków gofrowanych MM3 mieściła się tylko część raportu. Zatem, szczególnie w przypadku wariantu MM3, udział pasków gofrowanych w całkowitej powierzchni badanej próbki nie odpowiadał udziałowi pasków gofrowanych w powierzchni tkaniny. Należy też zwrócić uwagę, że masa powierzchniowa próbek do badania sztywności zginania tkanin gofrowanych w kierunku osnowy nie jest równa masie powierzchniowej badanej tkaniny. Zagadnienie to zostało szczegółowo omówione w publikacji [10].

Natomiast w przypadku sztywności zginania w kierunku wątku tkanin gofrowanych wyraźnie widać zależność tego parametru od wariantu raportu pasków gofrowanych (Rys. 11). Za wyjątkiem wariantu MM1 z przędzą wątkową 20 tex x 2 należy stwierdzić, że sztywność zginania w kierunku wątku rośnie od wariantu MM1, poprzez wariant MM2 do wariantu MM3.



**Rys. 10.** Sztywność zginania w kierunku osnowy tkanin gofrowanych [źródło: opracowanie własne].



**Rys. 11.** Sztywność zginania w kierunku wątku tkanin gofrowanych [źródło: opracowanie własne].

W ramach przedstawianych badań podjęto próbę liczbowego opisu efektu gofrowania. W badaniach oparto się o pomiary geometrycznej struktury powierzchni tkanin gofrowanych za pomocą profilometru. Obrazy powierzchni

badanych tkanin gofrowanych poddano przetwarzaniu za pomocą oprogramowania Mark III. Uzyskano wartości parametrów chropowatości i falistości, a także szereg funkcji opisujących geometrię powierzchni jednego raportu pasków gofrowanych, jak również powierzchni pasków gofrowanych i pasków gładkich. Przykładowe wyniki opisano w pracy [22].

Przeprowadzone badania profilometryczne pozwoliły na scharakteryzowanie struktury powierzchni pasków gofrowanych poszczególnych wariantów tkanin gofrowanych, a co za tym idzie, skwantyfikowanie efektu gofrowania. Następnie podjęto próbę powiązania wybranych właściwości tkanin gofrowanych z parametrami charakteryzującymi geometryczną strukturę powierzchni. Na podstawie uzyskanych wyników przeanalizowano zależność korelacyjną pomiędzy parametrami struktury geometrycznej powierzchni tkanin gofrowanych, a ich wybranymi właściwościami termo-izolacyjnymi i mechanicznymi. Przeanalizowano również zależności korelacyjne występujące pomiędzy poszczególnymi parametrami wyznaczonymi w ramach pomiarów profilometrycznych. Następnie przeprowadzono analizę regresji wieloczynnikowej próbując powiązać parametry geometrycznej struktury powierzchni tkanin z właściwościami mechanicznymi i termo-izolacyjnymi. Uzyskano szereg istotnych zależności, które mogą być wykorzystane do przewidywania wybranych właściwości mechanicznych i termoizolacyjnych tkanin gofrowanych na podstawie wyznaczonych parametrów charakteryzujących geometryczną strukturę tkanin. Między innymi wyznaczono równanie regresji pozwalające na obliczenie przewodności cieplnej tkanin gofrowanych bawełnianych:

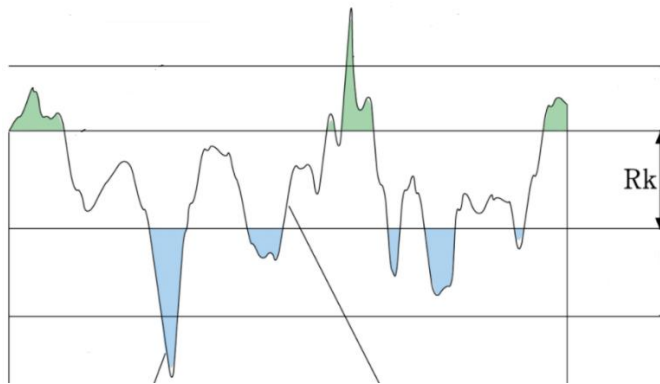
$$\lambda = 87,14 \cdot Rk + 779,09 \cdot Wmr - 3873,14 \quad (1)$$

gdzie:

$\lambda$  – przewodność cieplna tkaniny wg przyrządu Alamebta,

$R_k$  – odległość od najwyższego do najniższego profilu powierzchni rdzenia wyznaczona z profilu chropowatości (Rys. 12) obliczona dla obszaru raportu pasków gofrowanych,

$W_{mr}$  – udział materiałowy profilu wyznaczany dla profilu falistości [20], obliczony dla obszaru raportu pasków gofrowanych.



**Rys. 12.** Interpretacja parametru  $R_k$ ; na podstawie: [https://www.olympus-ims.com/en/metrology/surface-roughness-measurement-portal/parameters/#!cms\[focus\]=017](https://www.olympus-ims.com/en/metrology/surface-roughness-measurement-portal/parameters/#!cms[focus]=017); dostęp 2.11.2021.

Z kolei opór cieplny może być wyznaczony wg wzoru poniżej:

$$R = 18,9391 \cdot W_z + 11,69 \quad (2)$$

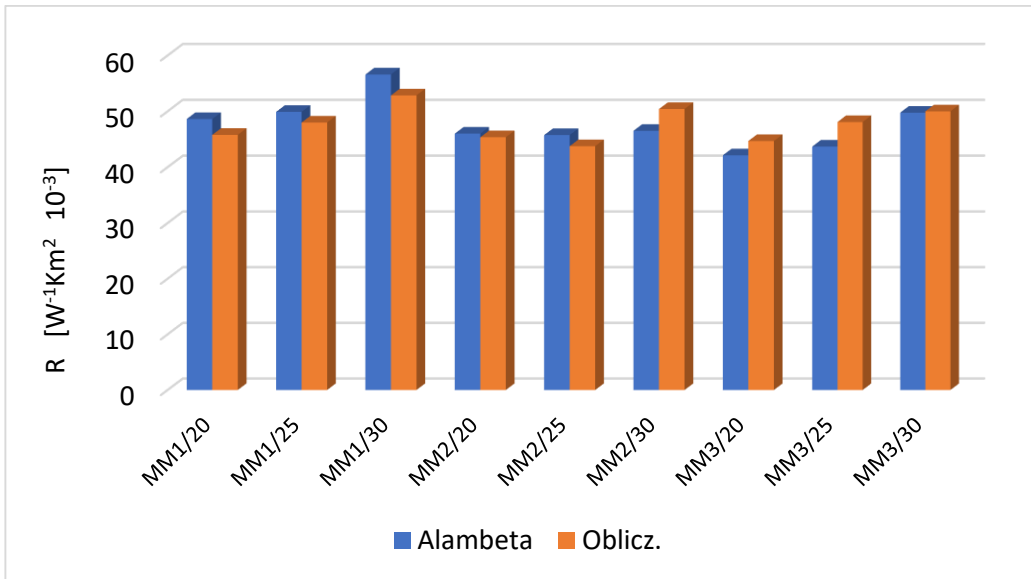
gdzie:

$R$  – opór cieplny wg przyrządu Alambeta,

$W_z$  – największa wysokość profilu wyznaczona z profilu falistości [20] obliczona dla obszaru raportu pasków gofrowanych.



Na Rys. 13. przedstawiono porównanie wartości oporu cieplnego zmierzonych za pomocą przyrządu Alambeta oraz obliczonych wg równania (2). Tylko w jednym przypadku, tj. wariantu MM3/25 tex x 2 błąd przewidywania wyniósł 10 %. W większości przypadków błąd przewidywania nie przekroczył 6 %.



**Rys. 13.** Porównanie wartości oporu cieplnego zmierzonych za pomocą przyrządu Alambeta oraz obliczonych wg równania (2) [źródło: opracowanie własne].

Jeśli chodzi o właściwości mechaniczne, to jednym z wyznaczonych równań jest następujące:

$$F_w = 285,21 * W_{z25} + 237,12 \quad (3)$$

gdzie:

$F_w$  – maksymalna siła zrywająca tkaninę w kierunku wątku,

$W_{z25}$  – największa wysokość profilu wyznaczona z profilu falistości obliczona dla obszaru raportu pasków gofrowanych z 25 (5 x 5) partycji [20].

#### **4. Podsumowanie**

Przedstawione badania potwierdziły wpływ wariantu raportu pasków gofrowanych na właściwości mechaniczne i termo-izolacyjne tkanin gofrowanych bawełnianych. Badania w zakresie zależności pomiędzy właściwościami tkanin gofrowanych, a parametrami charakteryzującymi strukturę powierzchni tych tkanin są kontynuowane. W niniejszym artykule przedstawiono pierwsze wyniki prowadzonej analizy. Wyprowadzone równania poddane zostaną walidacji w oparciu o wyniki pomiaru tkanin gofrowanych innych niż te, w oparciu o które wyznaczono równania. W tym celu niezbędne jest wytworzenie dodatkowej partii tkanin gofrowanych oraz ich szczegółowe badania w zakresie geometrycznej struktury powierzchni oraz właściwości mechanicznych i termo-izolacyjnych. Kluczowe znaczenie dla powyższych badań ma możliwość skwantyfikowania powierzchni tkanin gofrowanych i ich wybranych obszarów za pomocą profilometru i współpracującego z nim oprogramowania. To otwiera drogę do dalszych szeroko zakrojonych badań i analiz.

*Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego pt.: „Geometryczna, mechaniczna i biofizyczna parametryzacja trójwymiarowych struktur tkanych”; nr projektu: 2016/23/B/ST8/02041*

#### **Literatura**

- [1] Gandhi K., 2012, *Woven Textiles Principles, Technologies and Applications*”, 1st ed., Woodhead Publishing, New Delhi: 142-158,
- [2] Matusiak M., *Tkaniny gofrowane. Właściwości biofizyczne*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2020,
- [3] Matusiak M., *Tkaniny i ich właściwości*, rozdział w: *Tkaniny gofrowane. Właściwości mechaniczne*, pod red. Matusiak M., Frączzak Ł., Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2021.
- [4] Wilk E., *Tkaniny o strukturze trójwymiarowej*, *Architektura Tekstyliów* 1/97, 1997: 22,
- [5] Szosland J., *Struktury tkaninowe*, Łódź, Polska Akademia Nauk, O/Łódź, 2007.

- [6] Maqsood M., Nawab Y., Javaid M.U., Shakera K., Umaira M., Development of seersucker fabrics using single warp beam and modelling of their stretch-recovery behavior, *The Journal of The Textile Institute*, 2015, Vol. 16., No. 11: 1154-1160
- [7] ISO 7730 1994, Moderate thermal environments — Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.
- [8] Gonca Özçelik Kayseri, Nilgün Özdil and Gamze Süpüren Mengüç, *Sensorial Comfort of Textile Materials, Woven Fabrics*, Han-Yong Jeon, IntechOpen., <https://www.intechopen.com/books/woven-fabrics/sensorial-comfort-of-textile-materials> dostęp: 19.11.2019
- [9] Matusiak M., Bajzik V.: *Surface Characteristics of Seersucker Woven Fabrics*, *Autex Research Journal* Vol. 21, No. 3, 2021, p .252-261
- [10] Matusiak M.: *Evaluation of the Bending Stiffness of Seersucker Woven Fabrics*, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* **29**, 2(146), 2021, str. 30-35.
- [11] Matusiak M.: *Ciepłochronność tkanin odzieżowych*. Monografia. Prace Instytutu Włókiennictwa Wydanie specjalne. Instytut Włókiennictwa, Łódź 2011.
- [12] Uttam D.: *Objective Measurement of Heat Transport through Clothing*, *International Journal of Engineering Research and Development* **2**, Issue 12, 2012, str. 43-47.
- [13] Hes L., Sluka P., *Uvod do komfortu textilií*, Technical University of Liberec, Liberec, Technická Univerzita v Liberci, 2005
- [14] Instrukcja przyrządu Alambeta. “Alambeta Manual”, Sensora, Czechy 2018
- [15] PN-EN ISO 13934-1:2013-07 Tekstyliá -- Właściwości płaskich wyrobów przy rozciąganiu -- Część 1: Wyznaczanie maksymalnej siły i wydłużenia względnego przy maksymalnej sile metodą paska.
- [16] PN-P-04631:1973 Tekstyliá. Wyznaczanie sztywności zginania
- [17] Turkish Standard, 1973. Stiffness Determination of Woven Textiles, TS 1409.
- [18] Operating Manual FRT MicroSpy® Profile, Version 2.104, FRT the art of metrology™, Bergisch Gladbach, Germany, 2016.
- [19] FR Manual Mark III. Version 3.11 R2T1, FRT the art of metrology™, Bergisch Gladbach, Germany, 2018.
- [20] Polska Norma PN-EN ISO 4287:1999 Specyfikacje geometrii wyrobów -- Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa -- Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.
- [21] Rabiej M.: *Statystyka z programem Statistica*, Wydawnictwo HELION, Gliwice, 2012.
- [22] Matusiak M.: *Badania topografii tkanin gofrowanych*, *Technologia i Jakość Wyrobów* **65**, 2020, str. 48 - 67.