

•Tytuł w j. ang. kursywą

Using of polymer-based materials in order to optimize the hygienic properties of footwear material packages

Wykorzystanie materiałów na bazie polimerów do optymalizacji właściwości higienicznych obuwniczych pakietów materiałowych

Wioleta Serweta*, Justyna Wójcik, Beata Szałek

•Numery ORCID Autorów

Wioleta Serweta: [0000-0001-6679-9933](https://orcid.org/0000-0001-6679-9933)

Justyna Wójcik [0000-0001-8223-2670](https://orcid.org/0000-0001-8223-2670)

Beata Szałek: [0000-0003-4018-6834](https://orcid.org/0000-0003-4018-6834)

•Afiliacje Autorów

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź

•e-mail Autora do korespondencji

e-mail: w.serweta@wp.pl

•Streszczenie (najlepiej krótkie i treściwe) i słowa kluczowe w j. ang. kursywą

The water vapour permeability and absorption was measured. As the test set of materials, the typical footwear materials based on polyester, polyamide and cotton matrix were used. The main goal of the undertaken analysis was to evaluation of hygienic properties of raw materials, in order to determine the possibility of create innovative packages, which can improve the hygienic properties of footwear. The examined parameters as water vapour permeability and absorption are the one of the most important parameters, which decide about the qualitative and quantitative evaluation of the packages according to the user's point of view.

Keywords: upper packages, hygienic materials, water vapour permeability, water vapour absorption

•Streszczenie i słowa kluczowe w j. polskim

W pracy przedstawiono wyniki badań przepuszczalności i absorpcji pary wodnej dla poliestrowych, poliamidowych i bawełnianych materiałów obuwniczych formowanych następnie w układy materiałowe. Celem pracy była ocena właściwości higienicznych materiałów pierwotnych pod kątem wytworzenia na ich bazie możliwych kombinacji materiałowych, poprawiających komfort fizjologiczny nowo opracowanych pakietów cholewkowych. Właściwość przepuszczalności i absorpcji pary wodnej jest jednym z najważniejszych kryteriów oceny higieniczności materiałów wykorzystywanych w obuwnictwie.

Słowa kluczowe: pakiety cholewkowe, higieniczność materiałów, przepuszczalność pary wodnej, absorpcja pary wodnej

•Śródtytuły I stopnia wersalikami

1. WSTĘP

Tekstylna na bazie polimerów syntetycznych stanowią istotny odsetek w materiałach wykorzystywanych w przemyśle obuwniczym.

•Powołania literaturowe
w nawiasach
kwadratowych. Pozycje
od–do łączymy półpauzą

Powodem takiego stanu rzeczy jest fakt wysokiej niezawodności w użytkowaniu, jaką charakteryzują się tkaniny syntetyczne, przy jednoczesnych stosunkowo niskich kosztach produkcji [1–2]. Materiały syntetyczne charakteryzują się tym, że w przypadku ich niewłaściwego użytkowania, w szczególności w obuwiu, mogą powodować dodatkowe problemy eksploatacyjne, związane z nieprawidłowym obiegiem temperatury i wilgoci wewnątrz objętości obuwia. Dane literaturowe wyraźnie pokazują, że rodzaj surowca, z którego wykonane jest obuwie, może mieć istotny wpływ na warunki higieniczne wytwarzane wewnątrz obuwia w trakcie jego użytkowania.

Najważniejszym zadaniem projektowania obuwniczych pakietów materiałowych przeznaczonych na cholewki jest ich odpowiedni dobór, a także właściwa konfiguracja, która ma zapewnić potencjalnemu użytkownikowi optymalne warunki mikroklimatu wokół stopy, a pośrednio także komfort mechaniczny powodowany redukcją prawdopodobieństwa wystąpienia ucisku [3]. Materiały podszewkowe i wyściółkowe są szczególnie ważne z punktu widzenia kreowania warunków temperaturowo-wilgotnościowych wewnątrz obuwia. Jednocześnie powinny posiadać odpowiednie właściwości mechaniczne, gwarantujące odporność na działanie różnego rodzaju obciążeń o powtarzalnym charakterze, występujących w trakcie użytkowania obuwia.

Jednym z innowacyjnych materiałów, które pojawiają się w obuwnictwie są dzianiny dystansowe, dla których możliwe jest programowanie takich właściwości, jak: hydrofobowość, sprężystość poprzeczna, właściwości bakterio- i grzybostatyczne, właściwości higieniczne (m.in. przepuszczalność powietrza, pary wodnej oraz właściwości sorpcyjne) [4]. Dodatkowo z punktu widzenia użytkownika obuwia ważna jest niska masa powierzchniowa, możliwość regulowania grubości oraz łatwość nadawania funkcji specjalnych, np. bioaktywność. Wśród materiałów, z których wytwarzane są dzianiny dystansowe znajdują się m.in. czyste poliestry oraz poliamidy, a także ich połączenia z innymi materiałami, takie jak elastan i spandex [5]. W odniesieniu do zastosowań obuwniczych zarówno poliamid, jak i poliester są materiałami, które zapewniają bardzo dobre właściwości higieniczne. Włókna poliamidowe charakteryzują się niską higroskopijnością, na poziomie 4% wilgotności w warunkach normalnych. Ponadto pęcznią w bardzo niewielkim stopniu oraz posiadają właściwość szybkiego odparowania wody z ich powierzchni. Pod kątem właściwości mikrobiologicznych włókna te charakteryzują się wysoką odpornością na grzyby pleśniowe oraz działanie niektórych bakterii.

Wśród najważniejszych cech charakterystycznych włókien poliestrowych należy wskazać niską higroskopijność, na poziomie 0,4%. Pozostałe właściwości (takie jak pęcznienie i odporność mikrobiologiczna) są na podobnym poziomie jak w przypadku włókna poliamidowego [6]. Higroskopijność materiału włókienniczego, przy założeniu stałych warunków środowiska, jest wypadkową wielu czynników, spośród których wymienić należy m. in. parametry budowy chemicznej oraz nadcząsteczkowej, a także makrostruktury tworzywa. W odniesieniu do budowy chemicznej naczelną rolę mają rodzaj i liczba hydrofilowych grup funkcyjnych zawartych w makrocząsteczkach polimeru (lub mieszanki polimerów), tworzących dane tworzywo. Najczęściej występującymi grupami hydrofilowymi w materiałach polimerowych stosowanych w obuwnictwie są grupy hydroksylowe, aminowe, karboksylowe oraz peptydowe. Ich brak jest powodem niskiej higroskopijności materiału. Innym elementem, który istotnie wpływa na właściwości sorpcyjne jest stopień polimeryzacji polimeru. Wzrost stopnia polimeryzacji objawia się poprzez spadek liczby grup funkcyjnych w polimerze, które z reguły charakteryzują się wysokim powinowactwem do wody. Takie zjawisko w konsekwencji prowadzi do wzrostu zdolności sorbowania wilgoci przez dany polimer (lub materiał tekstylny wykonany na jego bazie). Pośród parametrów budowy nadcząsteczkowej mających wpływ na właściwości sorpcyjne znajdują się: stopień krystaliczności oraz usieciowanie, a także porowatość i stopień otwarcia struktury porowatej, struktura kapilar, niejednorodność makrostruktury oraz stan spęczenia materiału [7].

W pracy autorzy skoncentrowali się na opisie badań mających na celu wytworzenie układów materiałowych przeznaczonych na cholewki obuwnicze, w których zastosowanie dzianin poliestrowych dystansowych o strukturze trójwymiarowej i poliamidowych dzianin o strukturze płaskiej spowodowało poprawę właściwości higienicznych w obrębie takich parametrów, jak przepuszczalność i absorpcja pary wodnej. Ocena jakościową występujących różnic między materiałami wykonano za pomocą analizy statystycznej opartej na teście t-Studenta.

2. MATERIAŁY I METODYKA

Badania wykonano w grupie polimerowych materiałów tekstylnych o dwu- i trójwymiarowej strukturze. Podstawowe charakterystyki materiałów użytych do opracowania pakietów materiałowych zostały przedstawione w tabeli 1.

Analizy prowadzono w taki sposób, że w pierwszej kolejności przeprowadzono badania higieniczne wszystkich pojedynczych materiałów, które obejmowały przepuszczalność i sorpcję pary wodnej według standardu EN-ISO [8]. Następnie przeprowadzono badania dla układów materiałowych powstałych przez połączenie materiału bawełnianego WCOT z każdym materiałem zawartym w tabeli 1. Celem pierwszego etapu wykonanych badań było uzyskanie charakterystyk pojedynczych materiałów, które w drugim etapie badano w układach dwuwarstwowych. Oceniono poziom degradacji właściwości przepuszczalności i zmianę właściwości absorpcji w układzie dwuwarstwowym.

Przepuszczalność pary wodnej wyrażona jest jako masa wody przechodząca przez jednostkę powierzchni materiału w ciągu godziny. Okrągłą próbkę materiału jest zakleszczona nad otworem naczynka, w którym znajduje się środek absorbujący wilgoć. Na badaną próbkę nadmuchiwane jest powietrze o określonej wilgotności i temperaturze z ustaloną prędkością. Ruch naczynka powoduje, że wewnątrz niego następuje mieszanie się środka osuszającego i powietrza. Po ustalonym czasie wyznacza się masę pary wodnej, która przeniknęła przez badaną próbkę i oblicza się przepuszczalność pary wodnej materiału (P_{PW}) wg wzoru (1):

$$P_{PW} = \frac{M_2 - M_1}{t \cdot A} \left[\frac{mg}{cm^2 \cdot h} \right] \quad (1)$$

w którym M_1 oznacza masę naczynka z zakleszczoną próbką przed przejściem strumienia powietrza, mg, M_2 masę naczynka z zakleszczoną próbką po przejściu strumienia powietrza, mg, t czas badania, h, A powierzchnię próbki, cm^2 . Absorpcja pary wodnej (A_{PW}) mierzona jest jako ilość zaabsorbowanej masy przypadająca na powierzchnię materiału dla poprzednio zdefiniowanych wielkości M_1 , M_2 i A wg wzoru (2):

$$A_{PW} = \frac{M_2 - M_1}{A} \left[\frac{mg}{cm^2} \right] \quad (2)$$

3. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

3.1. Wyniki badań dla materiałów pojedynczych

Analizę właściwości materiałów obuwniczych podszewkowych przeprowadzono w dwóch grupach materiałów. Grupę pierwszą stanowiły materiały poliestrowe o strukturze przestrzennej (G1), a w grupie drugiej

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne

(G2) umieszczono płaskie materiały włókiennicze, dla których jednym z surowców był poliamid.

W grupie tekstyliów na bazie poliestru wartości przepuszczalności pary wodnej kształtowały się między $34,7 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ (dla materiału PES1) a $44,3 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ (dla PES5) (rys. 1). Degradacja właściwości przepuszczalności pary wodnej dla materiału PES1 była spowodowana ograniczonym przepływem pary wodnej przez strukturę materiału. Ograniczoność ta była następstwem różnic strukturalnych warstw zewnętrznych dzianiny dystansowej. Para wodna przepływająca zgodnie z gradientem strumienia pary wodnej po przejściu przez pierwszą warstwę o niskiej ścisłości rządkowej i kolumnienkowej napotkała barierę w drugiej warstwie, charakteryzującej się większymi ilościami rządków i kolumnienek przypadających na jednostkę powierzchni. Spowodowało to zahamowanie transferu pary wodnej przez powierzchnię dzianiny i jednocześnie wzrost absorpcji, powodowany przez zwiększenie powierzchni chłonięcia w warstwie ściśle zabudowanej nitkami (rys. 2). W obrębie poliamidowych materiałów włókienniczych wartości przepuszczalności pary wodnej wahały się od $33,3 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ dla materiału PA1 do $41,4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ dla PA2. Degradacja właściwości przepuszczalności pary wodnej była związana z większym wypełnieniem powierzchniowym zaobserwowanym dla badanych materiałów. Większe zagęszczenie nitek w materiale spowodowało zmniejszenie powierzchni dyfuzji pary wodnej przez wyrób włókienniczy [9]. W odniesieniu do właściwości sorpcji pary wodnej najmniej korzystnym pod tym względem materiałem okazał się PA2, dla którego osiągnięta wartość $0,2 \text{ mg/cm}^2$ była prawie dziesięciokrotnie wyższa niż dla materiałów najmniej absorbujących (PA3 oraz PA4). W pierwszym przypadku sorpcja wilgoci odbywała się na dwa sposoby, zarówno poprzez przyleganie cząsteczek pary wodnej do powierzchni porów gęsto wypełnionego materiału, jak i poprzez wnikiwanie pary wodnej w objętość materiału. Działo się tak, ponieważ splot strony lewej i prawej tworzyły strukturę trójwymiarową, wzmagającą proces więzienia pary wodnej wewnątrz objętości materiału. Pozostałe tekstylia charakteryzowały się mniejszym wypełnieniem oraz obecnością kapilar otwartych o dużych promieniach (z przedziału 1,5–0,9 mm) zajmujących ok. 40–60 % całej powierzchni dzianiny, zarówno od strony lewej, jak i prawej. To powodowało redukcję powierzchni sorpcyjnej i obniżenie wskaźnika sorpcji (rys. 3). W przypadku dzianin poliestrowych (rys. 4) największą absorpcję pary wodnej zaobserwowano dla materiału PES1. Fakt ten związany był z dobrze rozwiniętą powierzchnią porów materiału, dzięki czemu możliwa była adsorpcja

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne

cząsteczek pary wodnej przez przegrodę, jaką stanowi zakleszczona próbka.

3.2. Rezultaty dla układów materiałowych

W przypadku nowopowstałych układów materiałowych, utworzonych poprzez połączenie materiałów podszewkowych zaobserwowano jakościowe zmiany w kontekście przepuszczalności i absorpcji pary wodnej. Układy materiałowe wytwarzano tak, że warstwę zewnętrzną (w realnym użytkowaniu oznaczającą tę, która bezpośrednio styka się ze środowiskiem zewnętrznym) stanowiła tkanina bawełniana WCOT o przepuszczalności pary wodnej na poziomie $35,8 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ i absorpcji na poziomie 3 mg/cm^2 . Wszystkie dzianiny symulowały podszewkę obuwniczą, czyli w realnych warunkach użytkowania znalazłyby się w bezpośrednim sąsiedztwie stopy.

Na zjawisko odprowadzania wilgoci z powierzchni skóry przez układ cholewkowy składają się następujące elementy:

- sorpcja pary wodnej powstałej z odparowania potu przez układ materiałowy cholewki obuwia, a następnie desorpcja do otoczenia,
- dyfuzja pary wodnej odparowanej z potu poprzez pory otwarte materiału obuwniczego,
- wnikanie potu w stanie ciekłym do wnętrza materiału obuwniczego, a następnie jego wysychanie, oraz
- wymiana powietrza otaczającego stopę w obuwiu w wyniku działania mechanizmu ssąco-tłoczącego, ujawniającego się przy chodzeniu.

W pracy skoncentrowano się na jakościowej i ilościowej ocenie wpływu dodatkowej bariery na zjawisko przepuszczalności oraz absorpcji pary wodnej, a także za pomocą analizy t-Studenta porównano jakościowo materiały o strukturze płaskiej i przestrzennej pod kątem omawianych parametrów higienicznych.

W przypadku oceny zjawiska przepuszczalności pary wodnej degradacja właściwości przepuszczalności pary wodnej przebiegała równomiernie. Uzyskane wartości przepuszczalności pary wodnej kształtowały się między $18,3 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ (dla materiału PA1) a $20,7 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{h}$ (dla materiału PA2). Degradację właściwości przepuszczalności mierzono ilorazem przepuszczalności dla sumy algebraicznej, obliczonej dla materiałów wchodzących w skład pakietu, oraz przepuszczalności efektywnej, otrzymanej dla badanego układu, i otrzymano wartość między 3,5 (dla PA4) a 3,8 (dla PA2) (rys. 5). W przypadku materiałów poliestrowych uzyskane wartości

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne

przepuszczalności pary wodnej kształtowały się między 19,7 mg/cm²·h (dla PES2) do 21,1 mg/cm²·h (dla PES5). Podobnie jak w przypadku materiałów poliamidowych iloraz degradacji właściwości mieścił się w przedziale 3,6–4.

W odniesieniu do właściwości absorpcji dla układów materiałowych zaobserwowano znaczny wzrost wartości tego parametru. Dla pakietów, w których tkaninę bawełnianą połączono z materiałami poliestrowymi wartości absorpcji pary wodnej kształtowały się między 1,3 mg/cm² dla PES2 oraz 1,9 mg/cm² dla PES5. W przypadku pakietów łączonych z dzianinami poliamidowymi osiągnięto wartości od 1,2 mg/cm² dla PA5 do 2,2 mg/cm² dla PA2. Należy podkreślić, że w przypadku materiałów obuwniczych właściwe warunki komfortu użytkowania wytwarzane są wówczas, gdy zarówno przepuszczalność pary wodnej, jak i jej absorpcja są na odpowiednim poziomie. O ile przepuszczalność pary wodnej definiuje oddychalność materiałów obuwniczych, o tyle absorpcja decyduje o tempie przebiegu procesów odprowadzania wilgoci na zewnątrz w procesach desorpcji do otoczenia. Połączenie bardzo dobrej przepuszczalności pary wodnej z niską jej absorpcją w warstwie sąsiadującej z powierzchnią skóry powoduje, że wewnątrz objętości obuwia występuje prawidłowa cyrkulacja mediów biofizycznych, takich jak para wodna i powietrze. Dzięki temu stopa pozostaje sucha, wskutek braku zawilgocenia materiałów wchodzących w skład cholewki. W celu jakościowej oceny zróżnicowania parametrów przepuszczalności i absorpcji pary wodnej między badanymi surowcami przeprowadzono test t-Studenta na poziomie ufności $\alpha = 0,005$. Jego wyniki zamieszczono w tabeli 2.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazuje zdecydowanie większe zróżnicowanie w przypadku parametru przepuszczalności pary wodnej uzewnętrznione między materiałami poliamidowymi i poliestrowymi. Dzieje się tak dlatego, że materiały z dodatkiem poliestru posiadały luźną strukturę bogatą w pory otwarte. Dzięki temu para wodna w sposób płynny dyfundowała przez materiał, co z punktu widzenia obuwnictwa jest bardzo ważnym aspektem, zapewniającym optymalne warunki higieniczne podczas jego użytkowania. W odniesieniu do zdolności absorpcyjnych zróżnicowanie istotne statystycznie w grupie badanych materiałów było mniejsze. Wystąpiło ono tylko pomiędzy materiałami, których struktura znacząco różniła się między sobą, czyli materiałami o konstrukcji filamentowej z zawartością mikrokanalów i mikrootworów w powierzchni miały istotnie różną statystycznie charakterystykę absorpcji w porównaniu z materiałami nieposiadającymi

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne
w swojej strukturze pustych przestrzeni mogących kumulować wilgoć [10–11].

4. PODSUMOWANIE

Właściwości higieniczne materiałów i układów materiałowych mogących mieć zastosowanie w produkcji obuwia są jednym z kryteriów, które determinują przydatność ich użytkowania. Aspekt ten jest szczególnie ważny w obuwiu zamkniętym (całotworzywowym), w którym sprawność przebiegu procesów sorpcji i desorpcji warunkuje możliwości użytkowe obuwia. Jakościowy wpływ materiałów obuwniczych na procesy wymiany ciepła i wilgoci pomiędzy stopą a otoczeniem zależy w dużym stopniu od liczby oraz sposobu skonfigurowania poszczególnych warstw cholewki, jak również od właściwości higienicznych poszczególnych materiałów wchodzących w jej skład. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają zasadność dokonania oceny właściwości higienicznych pakietów materiałowych z uwagi na możliwości zastępowania ich materiałami o znacznie lepszych właściwościach higienicznych. Zastosowanie w bliskim sąsiedztwie stopy materiałów bardzo dobrze przepuszczających parę wodną, a przy tym hydrofobowych powoduje, że w realnych warunkach użytkowania stopa pozostanie sucha, a materiał z nią sąsiadujący nie ulegnie zawilgoceniu. Biorąc pod uwagę badane zestawy, należy podkreślić, że z punktu widzenia higieniczności pakietów obuwniczych w warunkach stacjonarnych należy zarekomendować te, które charakteryzują się najwyższymi wartościami przepuszczalności pary wodnej, przy jednocześnie możliwie niskiej jej absorpcji w warstwie przyskórnej. W kolejnych pracach poświęconych cyklowi zapoczątkowanych badań autorzy skoncentrują się na analizie procesów zwilżania materiałów i układów materiałowych oraz ocenie zjawiska desorpcji, które pozwolą na dokonanie pełnej charakterystyki właściwości higienicznych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Wpisują się one w cykl poprzednich publikacji autorów, którzy mają na celu stworzenie unikalnej bazy materiałów włókienniczych oraz sposobów ich konfigurowania w celu optymalizowania właściwości higienicznych materiałów wykorzystywanych w obuwnictwie [12–13].

ŹRÓDŁO FINANSOWANIA

Badania, których wyniki zaprezentowano w pracy zostały sfinansowane w ramach tematu PS/LD20/233.01 pt. „Opracowanie innowacyjnych wkładów do obuwia całotworzywowego na bazie włókien

Breeze i Coolmax ukierunkowane na poprawę właściwości higienicznych, a w konsekwencji obniżenie reżimu dyskomfortu podczas użytkowania”.

LITERATURA

Artykuł w czasopiśmie

[1] Aizenshtein E.M.: Polyester fibres continue to dominate on the world textile raw materials balance sheet. *Fibre Chemistry* 41 (1) (2009) 1–8.

[2] Zych M., Pilis W.: Wpływ poliestru na zdrowie człowieka. *Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie* 2 (2013) 161–171.

Monografia

[3] Luximon A.: *Handbook of footwear design and manufacture*. Woodhead Publishing, Cambridge (2013).

[4] Mikołajczyk Z., Prążyńska A., Kaziur P.: Innowacyjna technologia obuwia sportowego z wykorzystaniem dzianych cholewek knit and wear. *Technologia i Jakość Wytrobów* 62 (2017) 27–38.

[5] Niestern M.C.E.J., Krijgsman J., Harkema S., Gaymans R.J.: Melt spinnable spandex fibers from segmented copolyetheresteraramids. *Journal of Applied Polymer Science* 82 (9) (2001) 2194–2203.

[6] Beuth B.: *Materiałoznawstwo włókiennicze*. Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego, Rzeszów (1968).

[7] Lasek W.: *Materiałoznawstwo obuwnicze*. Wyższa Szkoła Inżynierska im. Kazimierza Pułaskiego, Radom (1986).

Norma

[8] PN-EN ISO 20344:2012. Personal protective equipment. Test methods for footwear.

[9] Matusiak M.: Badania materiałów włókienniczych w zakresie ich zdolności do transportu wilgoci. *Pomiary Automatyka Kontrola* 59 (5) (2013) 481–484.

[10] Gulbinienė A., Jankauskaitė V., Kondratas A.: Investigation of the water vapour transfer properties of textile laminates for footwear linings. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 19 (3) (2011) 78–81.

[11] Schuster K.C., Suchomel F., Manner J., Abu-Rous M., Firgo H.: Functional and comfort properties of textiles from TENCEL fibres resulting from the fibres water – absorbing nanostructure. A review. *Macromolecular Symposia* 244 (2006) 149–165.

[12] Serweta W., Olejniczak Z., Matusiak M.: Improve of footwear comfort sensation with material packages and knitted fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 3 (135) (2019) 85–90.

[13] Serweta W., Matusiak M., Olejniczak Z., Jagiełło J., Wójcik J.: Proposal for the selection of materials for footwear to improve thermal

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne

insulation properties based on laboratory research. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 5 (131) (2018) 75–80.

[14] Sajek A.K., Sajek A.: A title of an article published in conference proceedings. A Title of the Conference, locality, June 20th–24th (2004) (date) 101–105.

Materiał
pokonferencyjny

Tabele i rysunki na
końcu artykułu

Opis tabeli w j. ang.
kursywą

Table 1. Basic characteristics of materials used to material packages preparation.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki materiałów użytych do opracowania pakietów materiałowych

Nazwa próbki	Skład surowcowy	Masa powierzchniowa, g/m ² ± 5%	Grubość, mm ± 6%
dzianiny dystansowe poliestrowe			
PES1	100% poliester	263	1,20
PES2	100% poliester	317	2,71
PES3	100% poliester	306	3,10
PES4	100% poliester	265	2,31
PES5	100% poliester	361	2,50
dzianiny poliamidowe (lub z dodatkiem poliamidu)			
PA1	80% poliester, 20% poliamid	271	0,94
PA2	100% poliamid	163	0,61
PA3	100% poliamid	110	0,80
PA4	100% poliamid	148	0,40
PA5	100% poliamid	213	0,60
tkanina bawełniana wykorzystana na warstwę zewnętrzną			
WCOT	100% bawełna	230	0,48

Tabele proste, bez
wyróżnień (chyba że są
niezbędne)

Table 2. T-Student results for examined material comparisons

Tabela 2. Wyniki porównań między materiałami przeprowadzonych za pomocą testu t-Studenta

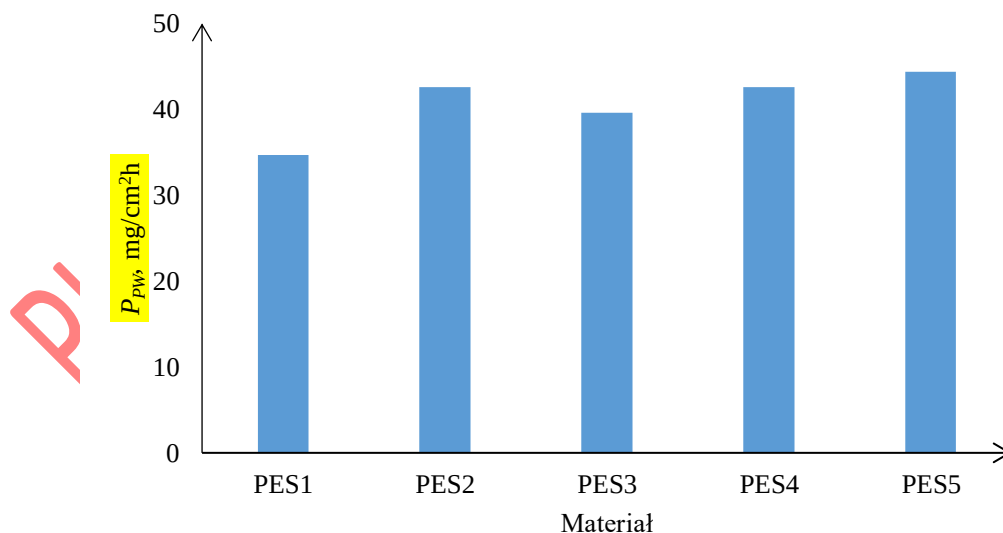
Porównywana para materiałów	Wartość statystyki T	Wartość prawdopodobieństwa testowego <i>p</i>	Istotność statystyczna
przepuszczalność pary wodnej			
PA1, PES2	-24,5	0,0017	tak
PA1, PES4	-55,8	0,0003	tak

Cały tekst czcionka Times New Roman, 13 pkt, interlinia 1, marginesy normalne

PA1, PES5	-106,0	0,0001	tak
PA2, PES1	8,1	0,0150	tak
PA2, PES4	-6,4	0,0237	tak
PA2, PES5	-26,4	0,0014	tak
PA3, PES1	4,7	0,0430	tak
PA3, PES2	-10,8	0,0085	tak
PA3, PES4	-28,3	0,0012	tak
PA3, PES5	-121,0	0,0001	tak
PA4, PES2	-7,1	0,0192	tak
PA4, PES4	-7,4	0,0178	tak
PA4, PES5	-9,0	0,0122	tak
PA5, PES5	-4,8	0,0406	tak
absorpcja pary wodnej			
PA2, PES1	15,0	0,0044	tak
PA2, PES3	31,0	0,0010	tak
PA2, PES4	9,7	0,0105	tak
PA2, PES5	29,0	0,0012	tak
PA3, PES5	-5,0	0,0378	tak
PA4, PES5	-5,0	0,0378	tak

Rysunki bez ramek, w
wysokiej rozdzielczości

Jednostka oddzielona
przecinkiem



Podpisy rysunków w j.
ang. **kursywą**

Fig. 1. Water vapour permeability for polyester materials

Rys. 1. Przepuszczalność pary wodnej dla materiałów poliestrowych

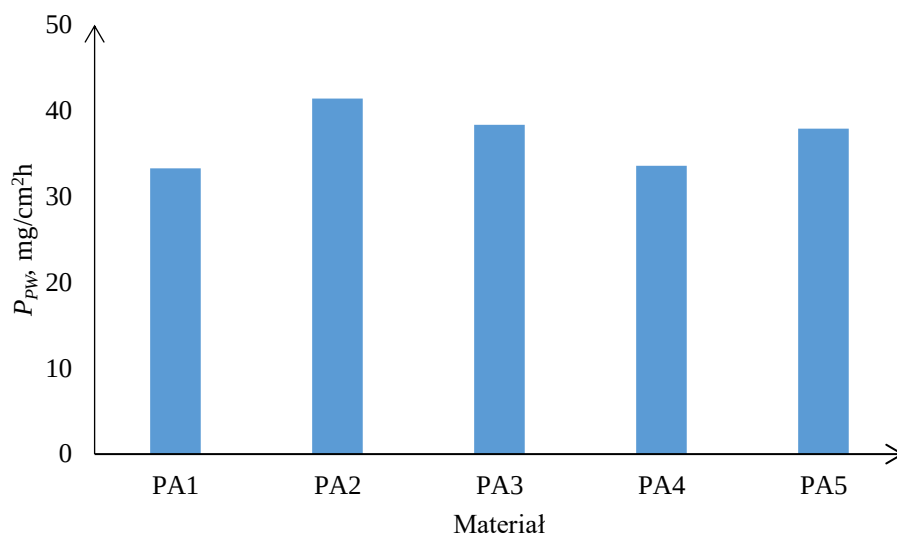


Fig. 2. Water vapour permeability for polyamide materials

Rys. 2. Przepuszczalność pary wodnej dla materiałów poliamidowych

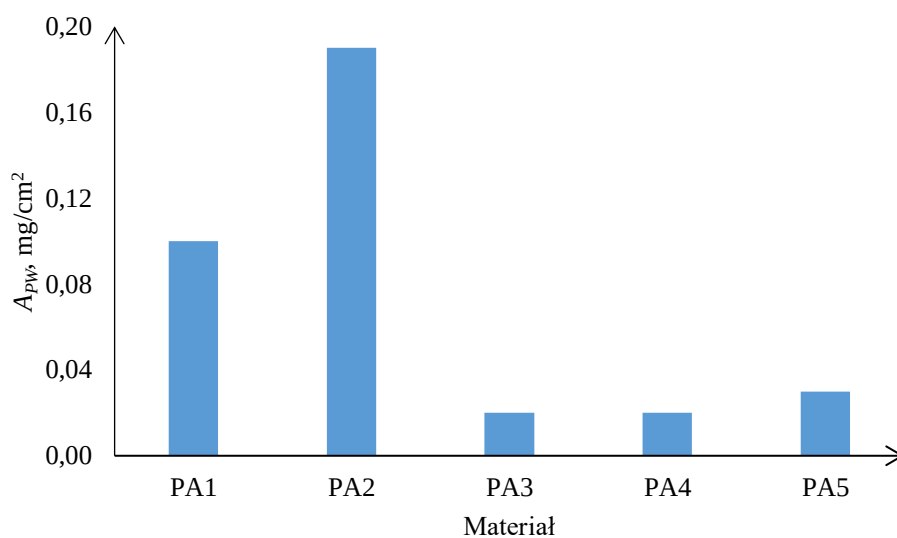


Fig. 3. Water vapour absorption for polyamide materials

Rys. 3. Absorpcja pary wodnej dla materiałów poliamidowych

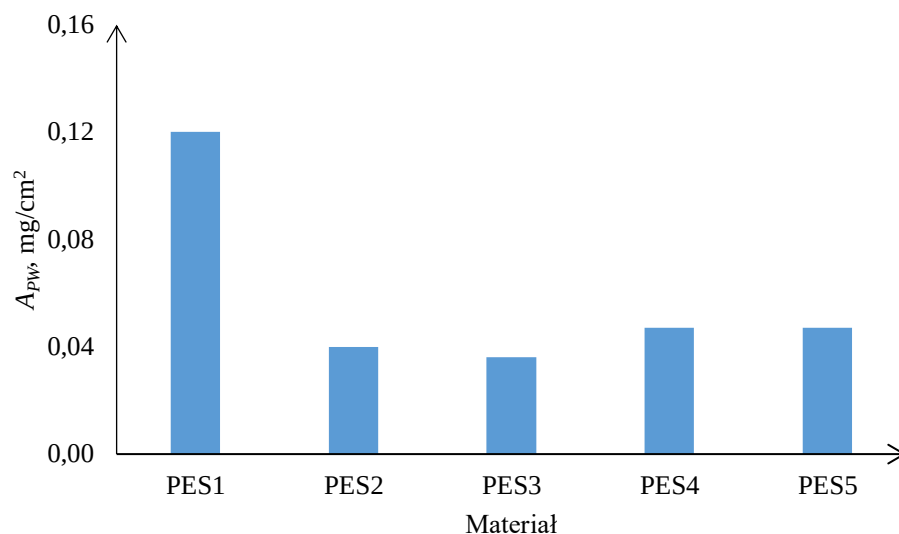


Fig. 4. Water vapour absorption for polyester materials

Rys. 4. Absorpcja pary wodnej dla materiałów poliestrowych

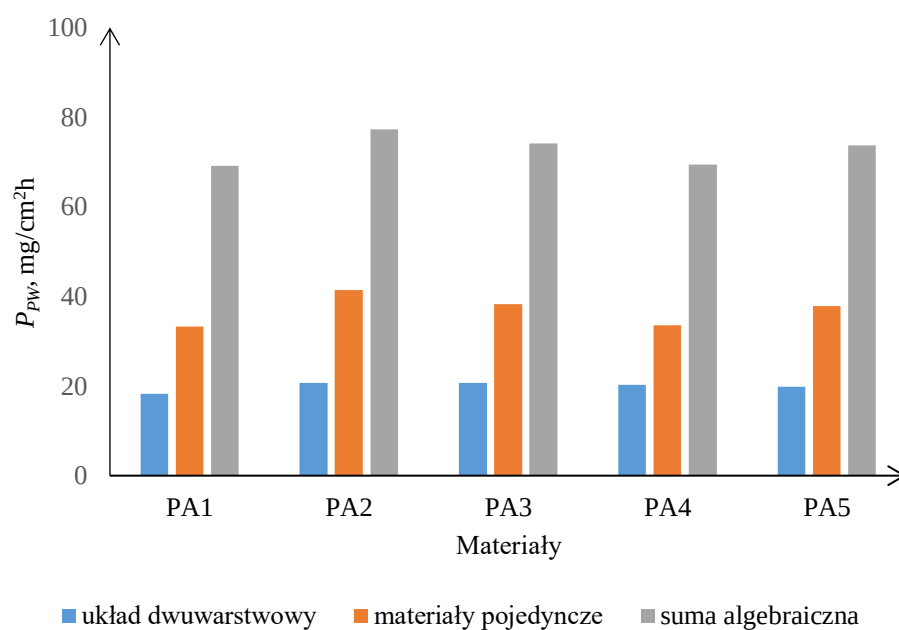


Fig. 5. Water vapour permeability for packages combined from polyamide and cotton materials

Rys. 5. Przepuszczalność pary wodnej dla układów materiałów poliamidowych z tkaniną bawełnianą