

Renata Salerno-Kochań

Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego

Analiza wybranych wskaźników określających zdrowotność wyrobów odzieżowych

1. Wprowadzenie

Wiadomo, że odzież pełni ważną rolę w życiu człowieka, zapewniając przede wszystkim ochronę przed czynnikami zewnętrznymi, przed zimnem, gorącem, różnymi urazami. Umożliwia ona kreowanie własnego wizerunku czy pozwala na wykonywanie określonych czynności. Jak wskazują liczne badania, ciągły i długotrwały kontakt wyrobów odzieżowych nie pozostaje obojętny dla zdrowia człowieka. Odzież może wywierać zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na jej użytkownika. Rodzaj tego oddziaływania wiąże się z zagadnieniem termoregulacji organizmu ludzkiego, w której odzież pełni istotną rolę, wygody użytkowania, bezpieczeństwa wyrobu, jak również z innymi kwestiami wynikającymi z różnorodności w składzie, budowie i konstrukcji tych wyrobów. Oddziaływanie wyrobów włókienniczych na zdrowie człowieka należy rozpatrywać poprzez analizę różnych parametrów, które można ogólnie nazwać właściwościami zdrowotnymi.

Na właściwości zdrowotne odzieży wpływa szereg czynników. Były one przedmiotem wcześniejszych rozważań [29]. Celem niniejszego artykułu jest omówienie parametrów jakościowych, które w szczególnie istotny sposób oddziałują na zdrowie człowieka, oraz przeprowadzenie analizy wybranych wskaźników stosowanych do opisu tych parametrów z uwzględnieniem przeznaczenia i warunków użytkowania wyrobów odzieżowych.

2. Pojęcie zdrowotności wyrobów odzieżowych i wybór określających ją parametrów

Określenie „zdrowotność wyrobu” nie jest pojęciem zupełnie nowym, aczkolwiek w języku polskim stosuje się je dość rzadko, zwłaszcza w stosunku do produktów przemysłowych. W związku z powyższym, konieczne wydaje się zdefiniowanie tego pojęcia. Autorka proponuje, aby zdrowotność wyrobów włókienniczych traktować jako zespół właściwości wyrobu, które w jakikolwiek sposób mogą oddziaływać na samopoczucie psychiczne oraz zdrowie fizyczne człowieka, a zbiór tych właściwości nazwać właściwościami zdrowotnymi. Spośród powszechnie znanych właściwości składających się na jakość wyrobu, istotny wpływ na zdrowie człowieka mają:

- właściwości ekologiczne – w tym te parametry, które dotyczą bezpieczeństwa użytkownika wyrobu¹ [4, 5];
- właściwości higieniczno-fizjologiczne – obejmujące zarówno parametry składające się na komfort fizjologiczny (tzw. właściwości biofizyczne), jak i parametry związane z szeroko pojętą higieną, tj. określające zdolność utrzymania odzieży w czystości [1, 7];
- właściwości elektrostatyczne – określające podatność materiałów do elektryzowania się, w wyniku którego może dochodzić do wyładowań elektrostatycznych powodujących odczuwanie dyskomfortu przez użytkownika, a nawet zaburzeń równowagi bioelektrycznej [15, 18];
- właściwości sensoryczne – określające zarówno tzw. komfort sensoryczny związany z odczuwaniem tekstyliów przez skórę człowieka, jak i wygodę użytkownika wynikającą z konstrukcji gotowych wyrobów odzieżowych [10, 32];
- właściwości estetyczne – obejmujące takie cechy jak kolorystyka, wzornictwo, fason, układalność, które dają poczucie komfortu psychicznego, związanego z zaspokojeniem potrzeb estetycznych i emocjonalnych człowieka, a także parametry istotne ze względów bezpieczeństwa użytkownika wyrobu, takie jak trwałość wybarwień² [10, 14];
- właściwości ochronne (barierowe) – określające odporność tekstyliów na niektóre czynniki, które mogą niekorzystnie wpływać na zdrowie człowieka, jak np. promieniowanie UV i drobnoustroje [13].

¹ Właściwości ekologiczne obejmują nie tylko parametry bezpośrednio charakteryzujące wyrób i jego wpływ na użytkownika, ale zazwyczaj traktowane są szerzej, z uwzględnieniem sfery przedprodukcyjnej, produkcyjnej oraz poprodukcyjnej i ich wpływu na środowisko naturalne, co nie jest przedmiotem rozważań w niniejszym artykule.

² Właściwości estetyczne obejmują także inne parametry określające trwałość wyrobu, jak odporność na mięcie, *pilling*, które nie mają istotnego wpływu na samopoczucie czy bezpieczeństwo użytkownika.

Właściwości składające się na zdrowotność wyrobów odzieżowych można scharakteryzować za pomocą wielu różnych wskaźników i wielkości fizycznych. Ich przykłady przedstawia tabela 1.

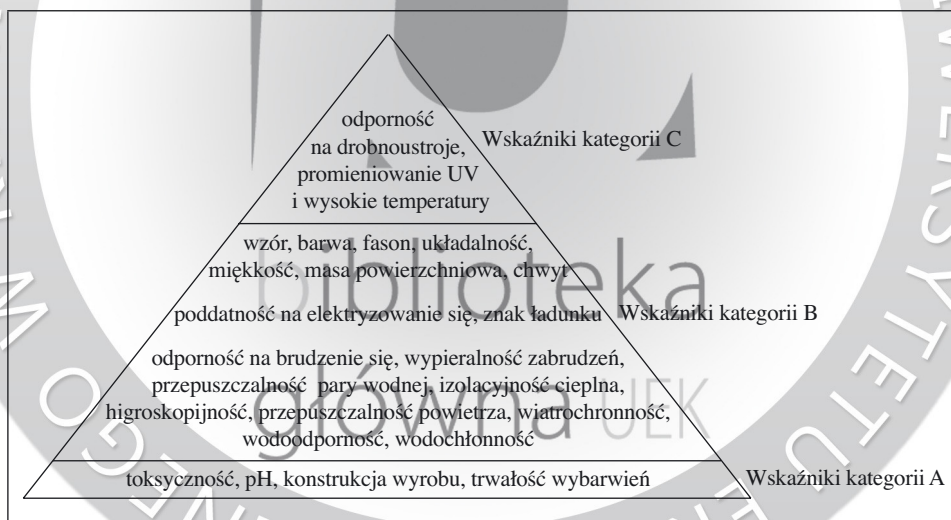
Tabela 1. Właściwości zdrowotne wyrobów włókienniczych i ich wskaźniki

Właściwości		Wskaźniki i wielkości fizyczne
Ekologiczne		<ul style="list-style-type: none"> – toksyczność i alergiczność (obecność substancji zabronionych, dopuszczalny poziom stężeń substancji szkodliwych, graniczna wartość emisji substancji lotnych) – ocena konstrukcji i właściwego doboru dodatków – odczyn pH – zapach – trwałość wybarwień
Higieniczne	fizjologiczne	<ul style="list-style-type: none"> – izolacyjność cieplna (opór cieplny, współczynnik przenikania ciepła, współczynnik przewodzenia ciepła) – transport pary wodnej (przepuszczalność pary wodnej, opór przenoszenia pary wodnej, wielkość strumienia pary wodnej) – przepuszczalność powietrza – higroskopijność – wodochłonność względna i bezwzględna – wodoodporność – wiatrochronność
	dotyczące higieny	<ul style="list-style-type: none"> – odporność na brudzenie się – wypieralność zabrudzeń
Elektrostatyczne		<ul style="list-style-type: none"> – podatność na elektryzowanie się (rezystancja powierzchniowa, rezystywność powierzchniowa, rezystancja skrośna, rezystywność skrośna, gęstość ładunku, opór właściwy) – znak ładunku
Sensoryczne		<ul style="list-style-type: none"> – chwyt (ciepły, zimny) – miękkość – śliskość – przyklejanie się do skóry – masa powierzchniowa wyrobu
Estetyczne		<ul style="list-style-type: none"> – barwa – wzornictwo – układalność – fason
Barierowe	bakteriostatyczne i bakteriobójcze	<ul style="list-style-type: none"> – odporność na drobnoustroje (wielkość strefy zahamowania wzrostu bakterii)
	ochronne	<ul style="list-style-type: none"> – odporność na promieniowanie UV – odporność na wysokie temperatury

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione w tabeli 1 wskaźniki z pewnością nie stanowią pełnej listy wskaźników, które mogą mieć wpływ na ocenę zdrowotności wyrobów tekstylnych, ale mimo to tworzą bardzo bogaty i różnorodny zbiór. Należy zauważyć, że w dużym stopniu są one współzależne (np. podatność na elektryzowanie się wpływa na odporność na brudzenie się oraz przyklejanie się tkaniny do skóry), jak również dopełniają się wzajemnie. Wydawać by się mogło, że niektóre wskaźniki są sztucznie, a nawet mylnie przypisane do danej kategorii właściwości (np. trwałość wybarwień i ocenę konstrukcji zaliczono do właściwości ekologicznych). Dlatego też badając wpływ wyrobów odzieżowych na zdrowie człowieka należy skoncentrować się na analizie określonych wskaźników, a nie na właściwościach, jakie w klasycznym ujęciu one reprezentują. Ponadto istotne jest ustalenie poziomu wartości poszczególnych wskaźników z uwzględnieniem sposobu ich oddziaływania na zdrowie człowieka, a także przeznaczenia i warunków użytkowania wyrobu.

Wymienione w tabeli 1 wskaźniki odgrywają różną rolę w ocenie zdrowotności tekstyliów. Mając to na względzie, wydaje się słuszne zaproponowanie ich podziału na trzy kategorie (rys. 1).



Rys. 1. Propozycja podziału i hierarchizacji wskaźników określających zdrowotność wyrobów odzieżowych.

Źródło: opracowanie własne.

Do kategorii A należą wskaźniki odpowiedzialne za bezpieczeństwo użytkowania wyrobu. Badanie ich należy traktować jako warunek konieczny bez względu na przeznaczenie wyrobu, przy czym dla poszczególnych wskaźników mogą być określone różne poziomy ich wartości. Są one podstawą oceny zdrowotności wyrobu.

Kategorię B tworzą wskaźniki odpowiedzialne za tzw. komfort użytkowania wyrobu. Dobór ich oraz poziom wartości poszczególnych wskaźników zależy od przeznaczenia i warunków użytkowania wyrobu. Biorąc pod uwagę funkcje istotne szczególnie dla zdrowia człowieka, jakie powinna spełniać odzież (wspomaganie procesu termoregulacji), szczególną rolę odgrywają wskaźniki charakteryzujące komfort fizjologiczny.

Do kategorii C należą wskaźniki stosowane opcjonalnie, odpowiedzialne za specjalne właściwości (np. barierowe, ochronne) wynikające z przeznaczenia wyrobu.

Zaproponowany podział wskazuje, że do przeprowadzenia oceny zdrowotności wyrobów odzieżowych konieczne jest przeanalizowanie wskaźników decydujących o bezpieczeństwie użytkowania wyrobu, natomiast ważne jest przeanalizowanie wskaźników składających się na komfort użytkowania, w tym przede wszystkim komfort fizjologiczny, wynikający z podstawowej funkcji odzieży. Dlatego też poniżej zostaną omówione szerzej wskaźniki określające bezpieczeństwo użytkowania i komfort fizjologiczny.

3. Charakterystyka wskaźników określających bezpieczeństwo użytkowania wyrobów włókienniczych

3.1. Substancje szkodliwe

Obecność substancji, które mogą wpływać niekorzystnie na organizm człowieka, to najważniejszy wskaźnik określający właściwości zdrowotne i jakość wyrobu w ogóle. Dotyczy on wszystkich wyrobów włókienniczych bez względu na przeznaczenie i warunki użytkowania. Z uwagi na wagę problemu, tzn. związek pomiędzy występowaniem w wyrobach włókienniczych niektórych substancji a problemami zdrowotnymi użytkowników, zagadnienie to stało się przedmiotem licznych badań i opracowań [28, 34], włącznie z rozwiązaniami legislacyjnymi w formie dyrektyw, ustaw i rozporządzeń [27, 30]. Problematyka ta znajduje się także w sferze zainteresowań organizacji ekologicznych i jest przedmiotem certyfikacji dobrowolnej, szeroko omówionej w innych pracach [4, 31].

W wyrobach włókienniczych mogą znajdować się różne, niepożądane dla zdrowia człowieka substancje chemiczne. Ich źródłem są zarówno surowce włókiennicze (w tym także włókna naturalne), środki pomocnicze, barwniki i inne związki stosowane powszechnie w procesach wykańczalniczych, urządzenia produkcyjne, jak również otoczenie, w którym wyroby te są użytkowane i konserwowane. Substancje chemiczne mogą wnikać do organizmu człowieka w wyniku absorpcji przez skórę, przez oddychanie, kontakt z ustami czy też różnego rodzaju rany. Zagrożenie tymi substancjami wiąże się z ich długotrwałym, stopniowym oddziaływaniem na człowieka, co jest tym bardziej niebezpieczne, że może ujawnić się dopiero po dłuższym czasie i może być zignorowane jako przyczyna zaistniałego stanu chorobowego.

Substancje chemiczne w różny sposób oddziałują na organizm człowieka. Ze względu na rodzaj ich oddziaływania wyróżnia się siedem grup substancji szkodliwych [25]:

- toksyczne – atakują nerki, wątrobę, szpik kostny zaburzając funkcjonowanie tych organów,
- rakotwórcze – atakują skórę, płuca, wątrobę i drogi moczowe wywołując owrzodzenia, narośle złośliwe,
- żrące – atakują skórę, płuca, żołądek niszcząc żywe komórki,
- alergizujące – atakują skórę powodując zaczerwienienia, wysypkę,
- drażniące – atakują skórę, oczy, płuca wywołując stany zapalne, uczulenia, astmę,
- łatwopalne – atakują skórę i całe ciało wywołując oparzenia,
- radioaktywne – atakują skórę i wrażliwe organy, jak np. szpik kostny, oczy, narządy rodne powodując białaczkę, kataraktę czy niepłodność.

Ze względu na udowodniony lub prawdopodobny szkodliwy wpływ związków chemicznych na zdrowie człowieka zostały opracowane listy substancji niebezpiecznych, których stosowanie w tekstyliach jest zabronione, oraz substancji szkodliwych, których obecność jest dozwolona, ale w pewnych dopuszczalnych granicach. Zgodnie z wymaganiami prawnymi obowiązującymi w Polsce [27], do substancji zabronionych zalicza się: nikiel, kadm i jego związki, ołów, rtęć, arsen, pentachlorofenol PCP i jego sole lub estry, polichlorowane bifenyle lub terfenyle PCB i PCT, fosforan tri (2, 3-dibromopropyłowy) TEPA i azbest³. W grupie substancji szkodliwych dla zdrowia człowieka znajdują się: formaldehyd, aminy aromatyczne, a także lotne związki organiczne takie jak styren, benzen, butadien, toluen, ksylen, chlorek winylu itd. Dla substancji tych zostały określone graniczne wartości stężeń lub dopuszczalne wartości ich emisji:

- dopuszczalny poziom stężeń dla amin uwolnionych z barwników azowych wynosi 30 mg/kg,
- dopuszczalna zawartość wolnego lub uwalniającego się formaldehydu z produktów włókienniczych wynosi odpowiednio: 20 mg/kg dla wyrobów dla dzieci, 150 mg/kg dla produktów mających bezpośredni kontakt ze skórą użytkownika, 300 mg/kg dla produktów mających pośredni kontakt ze skórą oraz 500 mg/kg dla wyrobów dekoracyjnych,
- dopuszczalne wartości emisji związków lotnych z artykułów wyposażenia wnętrz wynoszą od 0,05 mg/m² dla chlorku winylu w pomieszczeniach mieszkalnych do 0,300 mg/m² dla butadienu w pomieszczeniach użyteczności publicznej.

Należy dodać, że nieustannie są prowadzone badania nad szkodliwością substancji stosowanych w produkcji wyrobów włókienniczych, na podstawie których lista związków szkodliwych dla zdrowia człowieka jest aktualizowana. Niestety,

³ Zakaz stosowania azbestu w produkcji wyrobów włókienniczych wynika z Ustawy z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest, Dz.U. nr 101, poz. 628 ze zm.

lista ta ciągle się wydłuża. Najbardziej kompletny wykaz substancji potencjalnie szkodliwych dla zdrowia i stanowiący obecnie pewien niepodważalny lub prawie niepodważalny standard zawierają kryteria oceny ekologiczności wyrobu na znak ÖKO-TEX Standard 100. Listy te są opracowywane na podstawie wiedzy o szkodliwości dla zdrowia określonych substancji chemicznych, które stosowano w procesach technologicznych chemicznej obróbki włókna, jak też innych substancji stosowanych na różnych etapach hodowli i pozyskiwania włókien oraz produkcji barwników i środków pomocniczych. Listy te obejmują następujące substancje (www.oeko-tex.com):

- barwniki azowe, które mogą odszczepiać aryloaminy z grupy MAK III A1 i MAK III A2 – uznane za rakotwórcze, w związku z czym ich obecność w wyrobie jest zabroniona,
- barwniki alergizujące (lista obejmuje 20 barwników), dla których podano graniczne wartości ich stosowania,
- pestycydy (lista obejmuje 22 pestycydy), których zawartość określono na poziomie nie przekraczającym dozwolonych wartości dla owoców i warzyw,
- chlorofenole i 2,3,5,6-tetrachlorofenol, dla których ustalono dopuszczalne wartości,
- wolne metale ciężkie, których zawartość ustalono na poziomie dopuszczalnych wartości określonych dla wody pitnej,
- formaldehyd, dla którego określono graniczne wartości w zależności kategorii wyrobu,
- przenośniki chloroorganiczne, których obecność w wyrobie jest zabroniona,
- wykończenia biocydowe oraz środki trudno palne (dotyczy wszystkich produktów dla dzieci do 2 lat oraz odzieży), których obecność jest zabroniona,
- związki cynoorganiczne, dla których określono wartości dopuszczalne.

3.2. Inne kryteria oceny bezpieczeństwa użytkowania wyrobu

Na bezpieczeństwo użytkowania wyrobu mają wpływ także inne czynniki, które podobnie jak substancje szkodliwe są podstawą oceny ekologiczności wyrobu. Należy tu wymienić odczyn pH, który winien być zbliżony do pH skóry; zapach – wolny od zapachu pleśni, ryb czy benzyny, oraz trwałość wybarwień, zwłaszcza na pot i ślinę, za pośrednictwem których barwniki mogą dostać się do wnętrza organizmu (dotyczy to zwłaszcza małych dzieci) (www.oeko-tex.com).

Rozważając problem bezpieczeństwa użytkowania odzieży należy także zwrócić uwagę na konstrukcję, prawidłowość oznakowania składu surowcowego, a także rodzaj zastosowanych dodatków. Źle skrojony, zbyt ciasny, sztywny ubiór może utrudniać swobodę ruchów, powodować męczenie i pocenie się, sprzyjać podrażnieniom i otarciom naskórka, powodować ucisk, który może prowadzić nawet do niedokrwienia, a w rezultacie do niedotlenienia organizmu. Konstrukcja

wyrobu winna być szczególnie starannie dobrana w przypadku niemowląt i małych dzieci, bowiem konsekwencją złej konstrukcji może być nieodpowiedni rozwój dziecka. Z kolei nieprawidłowo oznakowany skład może stać się przyczyną alergii na określony rodzaj włókna, a źle dobrane dodatki w wyrobach dla dzieci do 2. roku życia (guziki, sznureczki) mogą spowodować zadławienie, a nawet uduszenie dziecka [19, 20, 35]. Ocena bezpieczeństwa wyrobu w tym wypadku jest niestety bardzo trudna i może opierać się raczej na intuicji i zdrowym rozsądku osoby projektującej odzież niż na konkretnych wymaganiach.

4. Charakterystyka wskaźników określających komfort użytkownika wyrobów odzieżowych

4.1. Uwagi ogólne

Jak już wspomniano, drugą grupę wskaźników określających zdrowotność wyrobów odzieżowych stanowią parametry kształtujące tzw. komfort użytkownika. Obejmują one bardzo liczną grupę wskaźników, wśród których szczególnie ważną rolę spełniają wskaźniki istotne dla określenia tzw. komfortu fizjologicznego.

4.2. Wskaźniki komfortu fizjologicznego

Komfort fizjologiczny odzieży określany jest cechami biofizycznymi [1, 36, 38], tj. własnościami fizycznymi odpowiedzialnymi za kształtowanie właściwego mikroklimatu w warstwach przyskórnych organizmu człowieka podczas jego fizycznej działalności w zmiennych warunkach klimatycznych, przy zachowaniu pełnej sprawności fizycznej i umysłowej [9]. Uważa się, że warunkiem prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka jest utrzymanie stałej temperatury ciała na poziomie $37\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, średniej temperatury skóry w wysokości ok. 33°C oraz niskiej wilgotności w warstwach przyskórnych [12, 23, 32]. Odstępstwa od optymalnej temperatury ciała i skóry istotnie wpływają na komfort cieplny i zdrowie użytkownika, co przedstawia tabela 2.

Odzież pełni ważną rolę w procesach termoregulacji organizmu człowieka. W zależności od swoich właściwości może przyczynić się do poprawy lub pogorszenia procesu wymiany ciepła pomiędzy organizmem człowieka a jego otoczeniem.

Komfort fizjologiczny materiałów odzieżowych charakteryzowany jest za pomocą różnych parametrów [17, 32]. Do najważniejszych zalicza się: izolacyjność cieplną, wiatrochronność, przepuszczalność pary wodnej, przepuszczalność powietrza, higroskopijność, wodoodporność. Są one ściśle ze sobą powiązane. Zmiana jednej z nich pociąga za sobą zmiany pozostałych właściwości, co należy uwzględniać nie tylko na etapie projektowania odzieży, ale także podczas dobierania elementów ubioru przez użytkownika.

Tabela 2. Relacje pomiędzy zmianami temperatury ciała i skóry człowieka a jego zdrowiem i odczuwaniem komfortu

Temperatura ciała [°C]	Stan organizmu lub wykonywana czynność	Średnia temperatura skóry [°C]	Stan odczuwania komfortu	Wilgotność skóry [%]	Chwilowa temperatura skóry [°C]	Stan lub odczucia organizmu
44	udar cieplny, uszkodzenie mózgu		bardzo wysoki dyskomfort	60	≥ 45	oparzenia
41	stan gorączkowy, wykonywanie ciężkiej pracy	36	lekki dyskomfort	40	45	ból
38	wykonywanie normalnych czynności	35		20		
37	stan odpoczynku	34		6	25	samopoczucie doskonałe
36		33	odczucie komfortu		20	obniżona sprawność
35	drżenie	32	lekki dyskomfort		15	ból
33	utrata przytomności	31			7	zdrętwienie
31	możliwość przywrócenia akcji serca poprzez masaż śmierec	30	dyskomfort		-0,5	odmrożenia
14	najniższa odnotowana temperatura z możliwością przywrócenia życia					

Źródło: [12].

Izolacyjność cieplna

Izolacyjność cieplna jest parametrem istotnym przede wszystkim dla odzieży zimowej, jak również dla takich wyrobów tekstylnych jak koce, śpiwory, kołdry. Charakteryzuje ona zjawisko wymiany ciepła pomiędzy odzieżą a organizmem użytkownika. Izolacyjność cieplną można określić za pomocą różnych wielkości fizycznych, jak np.: współczynnik przenikania ciepła (k), opór przenikania ciepła (R), współczynnik przewodzenia ciepła (λ), gęstość strumienia cieplnego (q) [6, 17, 21]. Wielkości te są zwykle stosowane do scharakteryzowania pojedynczych materiałów.

Analizując izolacyjność cieplną należy pamiętać, że odzież składa się najczęściej z wielu warstw oddzielonych powietrzem. Wielkość izolacyjności zależy zatem nie tylko od izolacyjności pojedynczych warstw, ale też od całego zestawu materiałów składających się na odzież, włącznie z powietrzem znajdującym się w przestrzeniach pomiędzy poszczególnymi warstwami materiałów, a także w warstwach przyskórnych i zewnętrznych otaczających powierzchnię materiału. Dlatego też w przypadku oceny izolacyjności cieplnej odzieży uwzględnia się najczęściej tzw. całkowity opór przenikania ciepła (R_c) wyrażony w [$\text{m}^2 \text{K/W}$], będący sumą oporu cieplnego materiałów składających się na odzież i otaczającego powietrza.

Dla wyrobów odzieżowych dość często stosuje się także dwie inne jednostki oporu cieplnego:

- amerykańską (*clo*), która określa wartość izolacyjności cieplnej odzieży wymaganej do utrzymania w stanie komfortu człowieka będącego w stanie odpoczynku (wytwarzającego ciepło w ilości $50 \text{ kcal/m}^2/\text{h} = 58,15 \text{ W/m}^2$), w temperaturze 21°C , wilgotności względnej powietrza 50%, przy ruchu powietrza $0,1 \text{ m/s}^4$ [22, 32],
- brytyjską (*tog*), która odnosi się do powierzchni badanego materiału, a zatem charakteryzuje głównie opór cieplny materiału, jej wartość odpowiada $0,1 \text{ m}^2 \text{K/W}$.

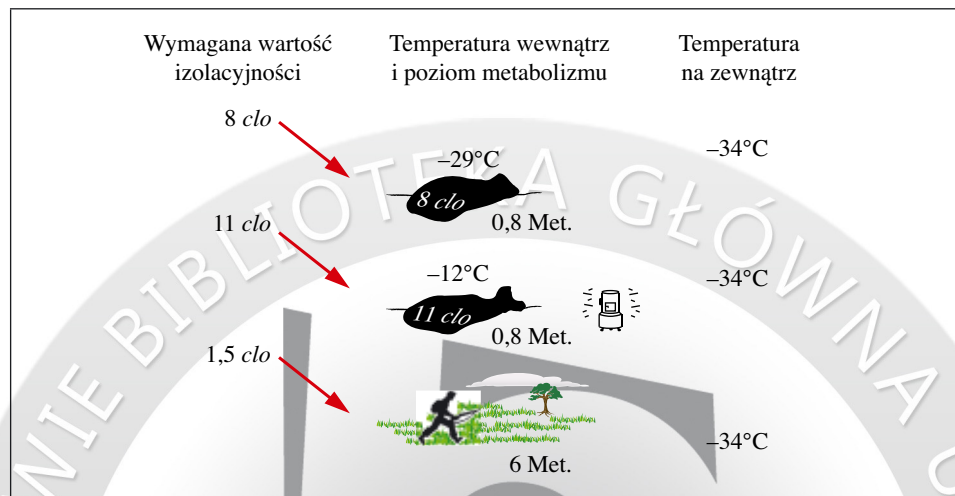
Wartości oporu cieplnego odzieży kształtują się różnie w zależności od warunków ich wyznaczania, a zwłaszcza temperatury, wilgotności i prędkości powietrza. Dlatego też w literaturze przedmiotu można spotkać się z różnymi wartościami tego parametru dla określonych materiałów, elementów czy zestawów odzieży [7, 17, 22, 33]. W tabeli 3 przedstawiono przykładowe wartości izolacyjności cieplnej zestawów odzieżowych wyznaczone w warunkach normalnego ich użytkowania ($t = 20^\circ\text{C}$, $RH = 65\%$, $v = 1 \text{ m/s}$).

Zmiana warunków otoczenia (temperatury, wiatru, wilgotności), jak również wykonywanie określonych form aktywności, charakteryzujących się różnym poziomem metabolizmu⁵, wymaga właściwego dostosowania odzieży (okrycia) (rys. 2). Nie ma takiej odzieży, która byłaby odpowiednia na wszystkie okazje.

Zawartość wilgoci na poziomie 10–20% powoduje spadek izolacyjności cieplnej nawet o 50% w porównaniu z materiałem suchym [33], a wzrost prędkości wiatru z 0 m/s do 2 m/s powoduje spadek izolacyjności warstwy przylegającego powietrza do powierzchni zewnętrznej ubioru na nawet o 70% [12], co znacząco obniża całkowity opór cieplny odzieży. Dlatego konieczne jest uwzględnianie w takich warunkach odzieży (warstwy) o podwyższonej wiatrochronności czy wodoodporności.

⁴ Jej wartość odpowiada $0,155 \text{ m}^2 \text{K/W}$ i charakteryzuje izolacyjność cieplną typowego garnituru. Należy podkreślić, że m^2 odnosi się w tym przypadku do powierzchni skóry, a nie do materiału. Dlatego też np. krawat będzie charakteryzował się izolacyjnością cieplną równą $0,1 \text{ clo}$, podczas gdy garnitur wykonany z tego samego materiału będzie posiadał izolacyjność równą $0,8 \text{ clo}$.

⁵ Poziom metabolizmu określa się jednostką (met) wyrażającą gęstość strumienia cieplnego wytworzonego przez organizm ludzki o wielkości $50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} = 58,15 \text{ W/m}^2$.



Rys. 2. Wpływ poziomu metabolizmu i temperatury otoczenia na izolacyjność cieplną ubioru

Źródło: [22].

Tabela 3. Przykładowe wartości izolacyjności cieplnej wyrobów odzieżowych według Fangera*

Rodzaj ubioru	Całkowity opór cieplny R_c	
	clo	m ² K/W
Zestawy letniej odzieży:		
ślipki, krótkie spodenki, podkoszulek z krótkim rękawem,	0,3	0,047
cienkie skarpety, sandały		
ślipki, cienkie długie spodnie, podkoszulek z krótkim rękawem,	0,5	0,078
cienkie skarpety, półbuty		
Zestaw odzieży do pracy:		
podkoszulek, koszula bawełniana z długimi rękawami, spodnie,	0,8	0,124
skarpety wełniane, półbuty		
Zestaw odzieży zimowej użytkowanej we wnętrzach pomieszczeń:		
zestaw sportowy: podkoszulek, koszula z długim rękawem, spodnie,		
sweter, grube skarpety, buty	1	0,155
tradycyjny ubiór służbowy: bielizna bawełniana z długimi rękawami		
i nogawkami, koszula, garnitur (spodnie, kamizelka, marynarka),	1,5	0,233
skarpety wełniane, buty		
Odzież wierzchnia:		
płaszcz	0,6	0,093
ciepła kurtka z kapturem (parka)	0,7	0,109

* Fanger wyznaczył wartości izolacyjności cieplnej wyrobów odzieżowych z uwzględnieniem ich prawdopodobnego użytkowania, tj. biorąc pod uwagę wykonywanie różnych form aktywności w ciągu dnia

Źródło: [22].

Transport pary wodnej

Zjawisko transportu pary wodnej jest istotnym parametrem charakteryzującym zdolność materiału do oddawania nadmiaru ciepła w postaci potu i decyduje o poziomie wilgotności w warstwach przyskórnych. Materiały charakteryzujące się niską zdolnością transportu pary wodnej zatrzymują ją w swoim wnętrzu bądź całkowicie blokują transport powodując wykraplanie się wody na wewnętrznej powierzchni materiału, co powoduje odczucie dyskomfortu. Wraz z kumulowaniem się wody w tekstyliach, zmniejsza się ilość powietrza, a tym samym spada izolacyjność cieplna odzieży. Do odparowania nagromadzonej wody pobierane jest ciepło z organizmu. Z chwilą gdy organizm przestaje wytwarzać ciepło (zaprzestanie wysiłku), może dojść do znacznej utraty ciepła, która w skrajnym przypadku prowadzi do hypotermii.

Ilość wydzielanego potu jest uwarunkowana rodzajem aktywności fizycznej człowieka, temperaturą oraz wilgotnością otoczenia. Na przykład w warunkach normalnych w stanie wypoczynku (sen, siedzenie) człowiek wytwarza od 15 do 100 gramów potu w ciągu godziny (960–2400 g/24h), podczas marszu ilość wydzielonego potu kształtuje się na poziomie $15\,000 \pm 4000$ g/24h, w przypadku bardzo intensywnego marszu (w górach) ilość wydzielanego potu może wzrosnąć do 38 000 g/24h, a przy ciężkiej pracy fizycznej nawet do 45 000 g/24h, co oznacza, że w ciągu jednej godziny organizm wydziela ok. 1,8 litra potu [2, 16, 38]. Czy jest możliwe odprowadzenie aż tak dużych ilości pary wodnej przez odzież? Odpowiedź na to pytanie wymaga określenia zdolności transportu pary wodnej przez materiały włókiennicze.

Proces transportu pary wodnej przez tekstylia ma bardzo złożony przebieg i zależy od wielu czynników, np. struktury materiału, rodzaju włókien, warunków otoczenia itd. Odbywa się on poprzez: przestrzenie pomiędzy nitkami, przestrzenie pomiędzy włóknami oraz w wyniku dyfuzji wewnątrz włókien [16].

Transport pary wodnej charakteryzowany jest najczęściej trzema wskaźnikami: oporem przenikania pary wodnej (R_{et}) wyrażonym w [m^2Pa/W], przepuszczalnością pary wodnej (MVT) wyrażoną w [$g/m^2/24h$] oraz strumieniem przenoszonej pary wodnej wyrażonym w [$g/24h$]. Pomiary tych wielkości dokonywane są różnymi metodami, przy czym w zdecydowanej większości dotyczą warunków izotermicznych [1, 2, 6, 26, 37]. Przykładowe wartości tych parametrów dla różnych materiałów przedstawiono w tabeli 4. Mimo że są to jedynie orientacyjne wartości wskaźników charakteryzujących transport pary wodnej, to na ich podstawie można przeprowadzić ocenę ich wpływu na odczuwalność komfortu przez użytkownika, czyli na jego zdrowie.

Analizując wskaźnik oporu przenikania pary wodnej można powiedzieć, że prawie wszystkie z przedstawionych materiałów są doskonałe według wymagań normy europejskiej, dotyczącej materiałów odzieżowych przeznaczonych do użytkowania w trudnych warunkach atmosferycznych.

Tabela 4. Orientacyjne wartości wskaźników transportu pary wodnej dla materiałów odzieżowych

Rodzaj materiału	R_{et} [m ² Pa/W]	MVT [g/m ² /24h]	Strumień pary wodnej ^a [g/24h]
Dzianina bawełniana trykotowa	5	5000	12 000
Tkanina poliestrowa o masie pow. 110 g/m ²	4–5	1800	4320
Tkanina poliamidowa o masie pow. 55 g/m ²	.	1860	4464
Dzianina polarowa poliestrowa o masie pow. 100–200 g/m ²	13,4–23	1850	4440
Laminat z membraną oddychającą	11–34	2000–8000	4800–19 200

^a wielkość obliczona przy założeniu, że odzież okrywająca całe ciało jest wykonana z danego materiału, a pole powierzchni ubioru wynosi 2,4 m²

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2, 6, 32, 33].

Wyróżnia ona trzy kategorie materiałów [8]:

- klasa 3 – materiał odzieżowy o oporze $R_{et} \leq 20$ m²Pa/W uznawany jest za doskonały,
- klasa 2 – materiał odzieżowy o oporze R_{et} w zakresie 20–150 m²Pa/W uznawany jest jako średnio przepuszczalny,
- klasa 1 – materiał odzieżowy o oporze $R_{et} \geq 150$ m²Pa/W uznawany jest jako nieprzepuszczalny i nie zapewnia jakiegokolwiek komfortu.

Drugi wskaźnik (MVT) pozwala zaliczyć jedynie dzianinę bawełnianą i laminat z membraną PTFE do tzw. materiałów oddychających, za które uznaje się wyroby o przepuszczalności pary wodnej na poziomie minimum 5000 g/m²/24h [16]. Pozostałe materiały, nawet te o małej masie powierzchniowej, jak tkanina poliestrowa lub poliamidowa, należy zaliczyć do materiałów o średnich właściwościach paroprzepuszczalnych.

Porównując z kolei wartości strumienia pary z ilością wytwarzanego potu podczas wykonywania różnych form aktywności fizycznej, można zauważyć, że odzież z surowców naturalnych, takich jak bawełna, wykazuje zdolność odprowadzenia potu w ilościach wytwarzanych podczas odpoczynku i niewielkiego wysiłku (spacer), natomiast tkaniny z włókien syntetycznych odprowadzają wystarczająco wilgoć jedynie podczas wypoczynku. Żaden z przedstawionych materiałów nie jest w stanie zapewnić komfortu fizjologicznego użytkownikowi wykonującemu bardzo duży wysiłek podczas intensywnej wędrówki po górach czy ciężkiej pracy fizycznej. Należy pamiętać jednak, że porównywane wartości odnoszą się do tzw. warunków ustalonych, tj. dla temperatury otoczenia 20°C i wilgotności 65%. Zmiana temperatury, wzrost prędkości wiatru czy zmiana wilgotności powodują,

że proces transportu pary wodnej będzie wykazywał inne wartości mierzonych wskaźników [3, 22, 33]. Dlatego też projektując odzież należy rozpatrywać jej właściwości pod kątem warunków jej użytkowania.

Powyższe porównania świadczą o znacznej rozbieżności w interpretowaniu wskaźników transportu pary wodnej, co z jednej strony wynika z faktu, że wielkości strumienia pary wodnej obliczono przy dużym uproszczeniu i nie uwzględniają one faktycznych warunków użytkowania wyrobu. Z drugiej jednak strony wydaje się, że wymagania normy [8] są niezbyt wysokie. Temat ten wymaga dokładniejszego przeanalizowania z uwzględnieniem badań materiałów w warunkach symulujących faktyczne warunki użytkowania.

Dostosowując ubiór do warunków otoczenia należy pamiętać, że zdolność wyrobów odzieżowych do odprowadzania pary wodnej (potu) z organizmu, podobnie jak w przypadku izolacyjności cieplnej, zależy od właściwości całego zestawu składającego się na ubiór. Przy małej aktywności fizycznej wystarczy, aby materiał przylegający do ciała charakteryzował się dobrą higroskopijnością, co zapewni utrzymanie skóry w stanie suchym, nawet jeżeli pozostałe warstwy nie należą do materiałów o dobrej przepuszczalności pary wodnej. Większy wysiłek wymaga jednakże skomponowania bardziej przemyślanego zestawu odzieżowego, takiego, który będzie składał się z warstw o niskim oporze przenikania pary i większej powierzchni parowania. W przypadku gdy warstwa zewnętrzna będzie wykazywała niewystarczającą zdolność transportu pary wodnej, wilgoć będzie się gromadzić w warstwie wewnętrznej, nawet pomimo jej wysokiej przepuszczalności. W warunkach ekstremalnych wskazane jest np., aby warstwa przyskórna odzieży wykonana była z materiałów hydrofobowych o budowie kapilarnej, która zapewniłaby odprowadzenie wilgoci do warstw środkowych, np. z dzianin polarowych typu *fleece* (które poprzez rozbudowaną powierzchnię wykazują większą prędkość parowania), a następnie do warstw zewnętrznych. Tym samym skóra pozostaje w stanie suchym i użytkownik nie odczuwa dyskomfortu [11].

Przepuszczalność powietrza

Przepuszczalność powietrza materiałów odzieżowych można rozpatrywać w dwojaki sposób: jako przewiewność – istotną dla tekstyliów przeznaczonych na lato, które winny wykazywać dużą zdolność przepuszczania powietrza i umożliwić ruch powietrza w warstwach przyskórnych, lub wiatrochronność – właściwość o przeciwnym znaczeniu, ważną dla wyrobów wierzchnich (kurtki, płaszcze) używanych zwłaszcza w trudnych warunkach pogodowych.

Przepuszczalność powietrza w dużym stopniu wpływa na ciepłochłonność i przepuszczalność pary wodnej. Aby uzyskać dobre właściwości izolacji cieplnej, materiał winien charakteryzować się małą przepuszczalnością. Z drugiej jednak strony, zbyt szczelny ubiór uniemożliwia prawidłowy przebieg oddychania

skóry, co prowadzić może do zaburzeń bilansu cieplnego organizmu oraz wzrostu zawartości dwutlenku węgla w warstwach przyskórnych. Podwyższenie zawartości CO₂ powyżej 0,08% może być przyczyną złego samopoczucia (zalecane ilości CO₂ kształtują się na poziomie 0,03–0,04%) [23].

Miarą przepuszczalności powietrza jest prędkość powietrza przechodzącego prostopadle przez badaną próbkę w warunkach określonych jej polem powierzchni, spadkiem ciśnienia i czasem [mm/s]. W zależności od wartości tego parametru wyróżnić można trzy grupy materiałów: materiały o bardzo dobrej przepuszczalności – powyżej 600 m/s, średniej przepuszczalności – 300÷600 m/s i słabej przepuszczalności – poniżej 300 mm/s przy różnicy ciśnień wynoszącej 10 daPa.

Wodoszczelność

Wodoszczelność jest ważnym parametrem wierzchnich warstw odzieży. Właściwość ta jest szczególnie ważna dla odzieży użytkowanej w warunkach zimowych, gdyż zabezpiecza warstwy izolujące przed przemoczeniem. Wodoszczelność materiałów tekstylnych można uzyskać wieloma technikami: poprzez zastosowanie tkanin o bardzo dużej gęstości z przędz filamenowych, powłok hydrofobowych z tworzyw sztucznych, powłok z membranami hydrofilowymi lub mikroporowatymi. Rodzaj materiału w znaczący sposób wpływa na inne właściwości składające się na komfort fizjologiczny, co należy uwzględnić dostosowując ubiór do warunków użytkowania (pogody, rodzaju aktywności itp.).

Miarą wodoszczelności jest ciśnienie słupa wody [cm], przy którym przenika ona przez badany wyrób. Za materiały wodoszczelne uznaje się takie materiały, dla których wartość tego parametru jest nie mniejsza niż 130 cm ciśnienia słupa wody [16].

5. Pozostałe wskaźniki istotne dla oceny zdrowotności wyrobów

Ze względu na fakt, że omówienie wszystkich wymienionych na wstępie wskaźników, istotnych dla oceny zdrowotności tekstyliów, jest niemożliwe w tym opracowaniu, na zakończenie zostaną zasygnalizowane jedynie trzy, według autorki równie ważne wskaźniki.

Podatność na elektryzowanie się

Wpływ właściwości elektrostatycznych na zdrowotność tekstyliów wiąże się z gromadzeniem na powierzchni wyrobu, w wyniku tarcia, a nawet ruchu powietrza, ładunków elektrostatycznych ujemnych lub dodatnich. Dodatkowo ładunki mają negatywny wpływ na człowieka. Na skutek elektryzowania się wyrobów może dochodzić do wyładowań elektrostatycznych, które powodują odczuwanie dyskomfortu przez użytkownika, a także do obniżenia komfortu higienicznego zwią-

zanego z przyleganiem wyrobów (zwłaszcza bielizny) do skóry użytkownika, co utrudnia jej oddychanie, a także ze zwiększeniem podatności wyrobu na brudzenie się. Szczególnie negatywny wpływ wykazują włókna syntetyczne, których długotrwale użytkowanie może prowadzić do zaburzeń równowagi bioelektrycznej. Ponadto, wysokie potencjały elektryczne, dochodzące do 400–500 V/cm, powstające podczas użytkowania odzieży wykonanej z włókien syntetycznych, mogą prowadzić do zmian w budowie cząsteczek białek we krwi. Są one co prawda szybko regenerowane, ale mogą krótkotrwale wpływać niekorzystnie na zdrowie użytkownika. Innym problemem jest powstawanie pola elektrycznego i magnetycznego podczas użytkowania odzieży lub innych produktów włókienniczych, jak dywany, tkaniny obiciowe i dekoracyjne, które może być generowane przez mózg, serce i duże mięśnie. Z kolei ujemne ładunki powstające na powierzchni tekstyliów wykazują pozytywne oddziaływanie na zdrowie człowieka. Uważa się, że ich obecność może przyczynić się do łagodzenia bólów mięśni i stawów, zwłaszcza pochodzenia reumatycznego. Powszechnie uznaje się, że działanie antyreumatyczne wyrobów pozostaje w bezpośrednim związku z wysoką skłonnością do trwałej elektryzacji włókien, z których te wyroby są wykonane [15, 18].

Konstrukcja wyrobu

Konstrukcja odzieży, a zwłaszcza jej fason, a także takie cechy jak kolorystyka, wzornictwo, układalność, przeświecalność itp., decydują o szeroko pojętej estetyczności wyrobu, która może wpływać na nastrój, samopoczucie, a zatem na stan zdrowia użytkownika. Spełnione indywidualne wymagania odnośnie do właściwości estetycznych dają poczucie komfortu psychologicznego. Dotyczy to zresztą nie tylko odzieży, ale także innych produktów włókienniczych, zwłaszcza artykułów dekoracyjnych. Przebywanie w otoczeniu o określonej kolorystyce i wzornictwie może silnie oddziaływać na psychikę człowieka. Wiadomo, że niektóre barwy mogą stwarzać uczucie zadowolenia, odprężenia, a inne irytacji, rozdrażnienia czy pobudzenia. Istnieje wzajemne powiązanie i oddziaływanie pomiędzy kolorystyką a rodzajem zastosowanego wzoru, pomiędzy barwą a fakturą i połyskiem, co sprawia, że w otoczeniu określonych tekstyliów będziemy się czuć dobrze, a w innym źle [10, 14].

Odporność na promieniowanie UV

Wzrost degradacji środowiska, która doprowadziła m.in. do zmniejszenia się gęstości warstwy atmosfery chroniącej przed szkodliwym oddziaływaniem promieniowania słonecznego i powiększenia tzw. dziury ozonowej, spowodował, że wyrobom odzieżowym stawia się dodatkowe wymagania w zakresie właściwości barierowych przed promieniowaniem UV. Dotyczy to w szczególności odzieży letniej, a zwłaszcza wyrobów użytkowanych w strefach klimatycznych o największym nasłonecznieniu (np. Australia). Szkodliwy dla człowieka zakres pro-

mieniowania słonecznego (do 280 nm) może powodować oparzenia słoneczne wnikające w głębokie warstwy skóry, a także przyczynić się do zachorowania na raka skóry.

Miarą odporności na promieniowanie UV jest współczynnik barierowości UPF. Ze względu na jego wartość wyróżnia się 6 stopni ochrony. Niskie wartości UPF – poniżej 25 UPF wskazują na słabe właściwości barierowe lub ich brak, wartości w przedziale 26–40 UPF wskazują na dostateczne i średnie właściwości barierowe, a powyżej 40 UPF – na dobre właściwości ochronne. Badania wykazują, że barierowość odzieży przed promieniowaniem UV zależy od rodzaju włókna, grubości i gęstości tkaniny i barwy wyrobu [13, 24, 32].

6. Wnioski

Podsumowując rozważany temat można sformułować następujące spostrzeżenia:

1) zagadnienie zdrowotności wyrobów odzieżowych jest bardzo szerokie, obejmuje wiele aspektów związanych z budową i technologią otrzymywania tekstyliów. Na właściwości zdrowotne składają się różne parametry wyrobu, które w dużym stopniu są współzależne;

2) do scharakteryzowania zdrowotności wyrobów odzieżowych stosuje się różne wskaźniki, jak również metody ich wyznaczania, co w dużym stopniu utrudnia wnioskowanie;

3) konieczna jest odpowiednia selekcja wskaźników uwzględniająca przeznaczenie i warunki użytkowania wyrobu. Należy wskazać wskaźniki niezbędne do oceny zdrowotności wyrobu – istotne dla wszystkich, które można określić mianem wskaźników zasadniczych (kategoria A), oraz takie, które wynikają z przeznaczenia i warunków użytkowania wyrobu (kategoria B i C);

4) określenie wymagań, które zapewniłyby bezpieczeństwo i wysoki komfort użytkowania odzieży, a tym samym jej pozytywny wpływ na zdrowie człowieka, należy rozpatrywać w wielu aspektach, uwzględniając przeznaczenie i warunki użytkowania wyrobu;

5) analizowanie właściwości, porównywanie wyrobów między sobą nastręcza wiele problemów lub jest wręcz niemożliwe. Istnieje zatem konieczność poszukiwania rozwiązań, które by umożliwiły w jak najlepszym stopniu jednoznaczną ocenę wyrobu i jego wpływu na zdrowie człowieka.

Literatura

- [1] Bartkowiak G., Marszałek A., *Dwustopniowy model badania właściwości biofizycznych odzieży ochronnej*, „Przegląd Włókienniczy” 1999, nr 3.

- [2] Bendkowska W., *Transport pary wodnej przez tekstylia odzieżowe. Część 2: Badania porównawcze metod wyznaczania wskaźników transportu pary wodnej przez tekstylia*, „Przegląd Włókienniczy” 2001, nr 8.
- [3] Bendkowska W., *Transport pary wodnej przez wodoszczelne paraprzepuszczalne materiały odzieżowe przy gradiencie temperatury*, „Przegląd Włókienniczy” 2003, nr 2.
- [4] Brzeziński S., *Polski system ekologicznej certyfikacji wyrobów włókienniczych. Cz. III*, „Przegląd Włókienniczy” 2000, nr 11.
- [5] Brzeziński S., *Problematyka bezpieczeństwa użytkowania wyrobów włókienniczych*, „Przegląd Włókienniczy” 2001, nr 2.
- [6] Brzeziński S., Malinowska G., Nowak T., *Badanie komfortu użytkowania wybranych rodzajów odzieży sportowej i rekreacyjnej odpornej na czynniki pogodowe*, Materiały VI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej: Ekotextil 2004, IIMW Łódź, Ustroń, 14–15.09.2004.
- [7] *Dobór surowców i struktury dzianin a właściwości fizjologiczne*, G. Wykin-Orlikowska, T. Manduk-Chuchla, T. Massalska-Lipińska, E. Mielicka, „Przegląd Włókienniczy” 2003, nr 1.
- [8] EN 343:1996. Clothing for protection against foulweather.
- [9] *Encyklopedia Techniki. Przemysł lekki*, WNT, Warszawa 1986.
- [10] Frydrych I., Dziworska G., Matusiak M., *Wpływ rodzaju wykończenia tkanin na ich wybrane właściwości estetyczne i użytkowe*, „Fibres & Textiles in Eastern Europe” 2003, nr 3.
- [11] Hang W., Chen W., Long Ch., *Wetness Comfort of Fine-polypropylene-fibre Fabrics*, „Journal Textile Institute” 1999, nr 2.
- [12] Havenith G., *Clothing and Thermoregulation [w:] Textile and the Skin*, red. P. Elsner, K. Hatch, W. Wigger-Albertii, Karger AG, Basel 2003.
- [13] Jędrzejewski W., *Własności barierowe wyrobów włókienniczych a promieniowanie UV*, „Przegląd Włókienniczy” 2001, nr 2.
- [14] Kobiela-Mendrek K., *Rola kryterium estetycznego w ocenie przydatności użytkowej tekstyliów powszechnego użytku*, „Przegląd Włókienniczy” 2000, nr 11.
- [15] Koprońska J., *Wyroby i wykończenia elektrostatyczne*, „Przegląd Włókienniczy” 2000, nr 1.
- [16] Kumar S.A., *Coated Textiles: Principles and Applications*, Technomic Publ.Co, Hardcover 2001.
- [17] *Metrologia włókiennicza. Tom IV*, WNT, Warszawa 1973.
- [18] Moraczewska K., *Właściwości elektrostatyczne materiałów i odzieży*, „Przegląd Włókienniczy” 2001, nr 10.
- [19] *Odpowiedzialność za produkt. Praktyczny przewodnik dla producentów, sprzedawców i importerów*, red. J. Herde, Forum, Poznań 2002.
- [20] *Odzież dziecięca. Uwaga na uduszenia*, Stiftung Warentest, „Magazyn konsumencki – Test” 2002, nr 1.
- [21] *Parametry izolacyjności cieplnej tkanin. Część I. Przegląd metod i przyrządów pomiarowych*, I. Frydrych, A. Porada, J. Bilaska, W. Konecki, „Przegląd Włókienniczy” 2003, nr 10.
- [22] Parsons K.C., *Human Thermal Environments*, Teylor & Francis Ltd, London 1993.
- [23] *Poradnik inżyniera. Włókiennictwo*, WNT, Warszawa 1978.

- [24] Przybył K., Bącler M., *O tekstyliach i promieniowaniu ultrafioletowym*, „Przegląd Włókienniczy” 2004, nr 8.
- [25] Ridley J., *Health and Safety in Brief*, Butterworth-Heinemann, Oxford 1999.
- [26] Rossi R., Gross R., May H., *Water Transfer and Condensation Effects in Multilayer Textile Combinations*, „Textile Research Journal” 2004, nr 1.
- [27] Rozporządzenie RM z 6 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i znakowania wyrobów włókienniczych, Dz.U. 2004, nr 81, poz. 743.
- [28] Salerno-Kochan R., *Analiza wymagań stawianych wyrobom włókienniczym w świetle obowiązujących przepisów i oczekiwań konsumentów*, „Zeszyty Naukowe” AE w Krakowie, nr 658, Kraków 2004.
- [29] Salerno-Kochan R., *Wybrane aspekty zdrowotności tekstyliów [w:] Towaroznawstwo wobec integracji z Unią Europejską*, red. J. Żuchwski, Politechnika Radomska, Radom 2004.
- [30] Salerno-Kochan R., *Wymagania dotyczące wyrobów włókienniczych w świetle integracji Polski z Unią Europejską [w:] Towaroznawstwo wobec integracji z Unią Europejską*, red. J. Żuchwski, Politechnika Radomska, Radom 2004.
- [31] Salerno-Kochan R., Salerno-Kochan M., *Certyfikacja wyrobów włókienniczych i jej znaczenie dla konsumentów*, „Zeszyty Naukowe” AE w Krakowie, nr 658, Kraków 2004.
- [32] Saville B.P., *Physical Testing of Textiles*, CRC Press LLC, Cambridge 1999.
- [33] Scott R.A., *Textiles in Defence [w:] Handbook of Technical Textiles*, red. A.R. Horrocks, S.C. Anand, CRC Press LLC, Cambridge 2000.
- [34] Solińska E., *Normy a ocena jakości i bezpieczeństwa wyrobów tekstylnych w Polsce*, „Normalizacja” 2002, nr 4.
- [35] Solińska E., Wykin-Orlikowska G., Piestrzeniewicz J., *Ocena wyrobów tekstylnych dla niemowląt i małych dzieci pod kątem zagrożeń powstających w sferze ich wytwarzania*, „Przegląd Włókienniczy” 1999, nr 9.
- [36] Więźlak W., *Odzieżownictwo – tendencje rozwoju produktu i produkcji*, „Przegląd Włókienniczy” 2004, nr 1.
- [37] Yasuda H., Miyama M., *Dynamic Water Vapour and Heat Transport through Layered Fabrics. Part II: Effect of the Chemical Nature of Fibres*, „Textile Research Journal” 1992, nr 4.
- [38] Zieliński J., *Transport pary wodnej i wody przez pakiety materiałów odzieżowych*, „Przegląd Włókienniczy” 2002, nr 4.

Analysis of Selected Indices Defining Healthiness of Clothes

In the paper an analysis of selected indices defining healthiness of textiles is carried out. Attention is drawn to the requirements and factors determining the level of the indices. The necessity to evaluate the indices in respect of the designation and use conditions of clothes, and the problems connected with the use of various measures and various methods and conditions under which the same indices are determined, are pointed out.