

PN-EN ISO 9073-5:2008 kontra PN-79/P-04738

M. Cichecka

Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”

WPROWADZENIE

W listopadzie 2008 roku ze zbioru polskich norm została wycofana norma PN-79/P-04738 „Metody badań wyrobów włókienniczych -- Wyznaczanie wytrzymałości na przebicie” [1] dotycząca wyznaczania wytrzymałości na przebicie kulką wyrobów włókienniczych płaskich i skonfekcjonowanych, stosowana w celu określania wytrzymałości wielokierunkowej. Przedstawiona w niej metodyka badawcza jest pomocna w ustalaniu przydatności użytkowej wyrobów włókienniczych, ze szczególnym uwzględnieniem dzianin i wyrobów dziewiarskich. Wspomniana wcześniej wytrzymałość na przebicie kulką pozwala potencjalnemu producentowi na odpowiedni dobór surowca, struktury i wykończenia w celu zachowania określonego poziomu wymagań.

Zastąpiła ją norma PN-EN ISO 9073-5:2008 „Teksylnia -- Metody badania włókien -- Część 5: Odporność na przebicie mechaniczne (metoda wypychania kulką)” [2] obejmująca metodę wyznaczania odporności na przebicie mechaniczne kulką włókien.

Zmiany merytoryczne, jakie wprowadziła norma PN-EN ISO 9073-5:2008 wymuszają przeprowadzenie przeglądu i weryfikacji wielu dokumentów normatywnych przywołujących wartości wskaźnika wytrzymałości na przebicie kulką [3, 4, 5], a także specyfikacji dotyczących elementów umundurowania funkcjonariuszy służb mundurowych podległych MSWiA stworzonych przez pracowników Instytutu Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”.

Wycofanie powszechnie stosowanej, polskiej normy pozostawia także nierozwiązany problem dotyczący braku aktualnej znormalizowanej metody, która przedstawiałaby sposób wyznaczania wytrzymałości na przebicie kulką dzianin czy wyrobów tkanych. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom potencjalnych zainteresowanych tj. potrzebom Instytutu w pracach nad tworzeniem nowych specyfikacji oraz ciągłym zainteresowaniem klientów zewnętrznych, wskazanym było opracowanie procedury własnej. W związku z powyższym, wycofaną normę PN-79/P-04738 Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” zastąpiło własną procedurą badawczą PBM-31/ITB:2009 [6],

która następnie została włączona w zakres posiadanej akredytacji Nr AB 154.

Ponadto w 2009 roku LBM ITB „MORATEX” włączyło w zakres akredytacji metodykę określoną w PN-EN ISO 9073-5:2008, wiązało się to z uczestnictwem w Porównaniach Międzylaboratoryjnych (ILC – Interlaboratory Comparison) zorganizowanych przez Polski Klub Laboratoriów Badawczych POLLAB, mającym na celu potwierdzenie kompetencji technicznych laboratorium do wykonywania badań w danym zakresie badawczym, wykazanie powtarzalności i od-twarzalności standardowej metodyki badawczej. Porównania zostały przeprowadzone na dwóch różnych materiałach badawczych (materiał badawczy niniejszej publikacji), uczestniczyły w nich trzy niezależne laboratoria badawcze [7].

CEL PRACY

Celem pracy było porównanie wyników badań wskaźnika wytrzymałości na przebicie kulką wyznaczonego przy wykorzystaniu dwóch różniących się w istotny sposób metod badawczych.

DEFINICJA

Na potrzeby niniejszej publikacji, zgodnie z PN-79/P-04738 i PN-EN ISO 9073-5:2008, wytrzymałość na przebicie kulką zdefiniowano jako siłę potrzebną do przebicia próbki wyrobu włókienniczego kulką metalową o określonej średnicy, skierowaną prostopadle do powierzchni badanego wyrobu.

MATERIAŁ BADAWCZY

W prezentowanej pracy materiał badawczy stanowiły: dzianina typu polar i włóknina elektroprzewodząca, które wcześniej zostały wykorzystane jako materiał badawczy w porównaniach międzylaboratoryjnych w zakresie wyznaczania wytrzymałości na przebicie mechaniczne (metoda wypychania kulką) wg PN-EN ISO 9073-5:2008.

Wyniki badań parametrów podstawowych zostały przedstawione w Tablicach nr 1 i 2. O wyborze mate-

riałów badawczych zdecydowała przede wszystkim ich dostępność oraz zgodność z przedmiotem badań opisanym w konkretnej normie.

Tablica nr 1 - Charakterystyka dzianiny typu polar

L. p.	Parametry	Wyniki badań	Metodyka
1	Masa powierzchniowa [g/m ²]	366	PN-P-04613:1997 [8] Metoda: E
2	Grubość [mm]	4,49	PN-EN ISO 5084:1999 [9]

Tablica nr 2 - Charakterystyka włókniny elektroprzewodzącej

L. p.	Parametry	Wyniki badań	Metodyka
1	Masa powierzchniowa [g/m ²]	92	PN-EN 29073-1:1994 [10]
2	Grubość [mm]	0,68	PN-EN ISO 9073-2:2002 [11]

METODYKI BADAWCZE I APARATURA

W Tablicy nr 3 zestawiono wymagania techniczne i aparaturowe metodyk badawczych określonych w PN-79/P-04738 i PN-EN ISO 9073-5:2008.

Tablica nr 3 - Porównanie metod

Wymagania	PN-79/P-04738	PN-EN ISO 9073-5:2008
Aparatura	CRT ¹⁾	CRT
Rozmiar kulek (średnica)	10 [mm] ²⁾ 20 [mm] ³⁾	25,4 [mm]
Zaciski (średnica wewnętrzna)	25 [mm]	44,5 [mm]
Prędkość przesuwu trawersy	100 ± 5 [mm/min]	300 ± 10 [mm/min]
Liczba próbek	10	5
Kształt próbek	koło Ø70 [mm]	kwadrat 125 [mm] lub koło Ø125 [mm]
Jednostka podawania wyników	daN	N
Dokładność podawania wyników	3 cyfry znaczące	zaokrąglenie do 5N

Legenda:

¹⁾ CRT – maszyna wytrzymałościowa ze stałą prędkością przesuwu trawersy (belki)

²⁾ dotyczy wyrobów technicznych (filce, włókniny, tkaniny)

³⁾ dotyczy pozostałych wyrobów włókienniczych

Analiza danych przedstawionych w Tablicy nr 3 pozwala stwierdzić, że metody zasadniczo różni:

- średnica elementów roboczych – kulek i zacisków
- prędkość przesuwu trawersy
- kształt i liczba badanych próbek.

Na Rysunkach nr 1 i 2 przedstawiono stanowiska pomiarowe znajdujące się w Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX”, pozwalające na wyznaczenie wytrzymałości na przebicie kulką według obu metod badawczych.



Rysunek nr 1 - Stanowisko badawcze wg PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009)



Rysunek nr 2 - Stanowisko badawcze wg PN-EN ISO 9073-5:2008



Rysunek nr 3 - Elementy robocze (trzczenie zakończone kulką), kolejno od lewej: Ø10 mm, Ø20 mm, Ø25.4 mm

Na Rysunku nr 3 przedstawiono elementy robocze (trzipienie zakończone kulką) używane do wykonywania badań wytrzymałości na przebicie kulką wg PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009) i PN-EN ISO 9073-5:2008.

WYNIKI BADAŃ

Dla obu materiałów badawczych przeprowadzono badania wytrzymałości na przebicie kulką wg PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009) oraz PN-EN ISO 9073-5:2008. Średnie wartości wytrzymałości na przebicie kulką zamieszczono w Tablicach nr 4 i 5.

Zgodnie z obowiązującymi procedurami laboratoryjnymi, celem potwierdzenia powtarzalności danej metodyki badawczej, przeprowadzono dwie serie badań.

Tablica nr 4 - Wyniki badań wytrzymałości na przebicie kulką dzianiny typu polar

L. p.	Parametry	Wyniki badań	Metodyka
1	Wytrzymałość na przebicie [daN]	57,7	PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009)
		1 seria	
		55,6	
		2 seria	
Informacje dodatkowe: Średnica kulki: Ø20 mm			
2	Wytrzymałość na przebicie [N]	665	PN-EN ISO 9073-5:2008
		1 seria	
		630	
		2 seria	
Informacje dodatkowe: Średnica kulki: Ø25,4 mm			

Zmiana średnicy kulki z 20 mm na 25,4 mm nie wpłynęła znacząco na wyniki badań wytrzymałości na przebicie dla dzianiny typu polar.

Tablica nr 5 - Wyniki badań wytrzymałości na przebicie kulką włókniny elektroprzewodzącej

L. p.	Parametry	Wyniki badań	Metodyka
1	Wytrzymałość na przebicie [daN]	13,4	PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009)
		1 seria	
		14,5	
		2 seria	
Informacje dodatkowe: Średnica kulki: Ø10 mm			
2	Wytrzymałość na przebicie [N]	330	PN-EN ISO 9073-5:2008
		1 seria	
		320	
		2 seria	
Informacje dodatkowe: Średnica kulki: Ø25,4 mm			

Natomiast logicznym wydaje się fakt, że zmiana średnicy kulki z 10 mm na 25,4 mm znacząco wpłynęła na odnotowane wyniki badań wytrzymałości na przebicie kulką włókniny elektroprzewodzącej.

ANALIZA STATYSTYCZNA

Uzyskane wyniki badań wytrzymałości na przebicie kulką, otrzymane przy użyciu dwóch porównywanych metodyk badawczych, poddano w analizie statystycznej, dotyczącej ustalenia wewnątrzlaboratoryjnej precyzji. W tym celu porównano ze sobą wariancje (test F) i wartości średnie (test t) [12]. Wyniki analizy statystycznej zostały zestawione w Tablicach nr 6 i 7.

Test F (Fishera-Snedecora) został wykorzystany do weryfikacji hipotezy, że dwie wariancje w dwóch populacjach o liczebności n_1 i n_2 są identyczne. Przy czym S_1^2 i S_2^2 ($S_1^2 > S_2^2$) są estymatorami wariancji. Statystykę F opisuje następujący wzór:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ (Wzór nr 1)}$$

Zmodyfikowany test t-Studenta (test t Welcha) posłużył do porównania wartości średnich i ich wariancji w dwóch populacjach. Statystykę t opisuje następujący wzór:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \text{ (Wzór nr 2)}$$

gdzie, \bar{x}_n , S_n^2 i n_n są odpowiednio i^{ta} wartością średnią, wariancją i licznoscią próby.

Tablica nr 6 - Analiza statystyczna wyników otrzymanych wg PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009)

Parametry	Dzianina	Włóknina
1 seria		
Wewnątrzlaboratoryjna wartość średnia [daN]	57,7	13,4
SD ¹⁾	2,94	1,79
CV ²⁾ [%]	5,1	13,4
Przedział ufności przy P _{95%} [daN]	<55,7;59,5>	<12,2;14,4>
Przedział ufności przy P _{99%} [daN]	<55,3;60,1>	<11,9;14,8>
2 seria		
Wewnątrzlaboratoryjna wartość średnia [daN]	55,6	14,4
SD ¹⁾	2,15	2,34
CV ²⁾ [%]	3,9	16,2
Przedział ufności przy P _{95%} [daN]	<54,3;56,9>	<13,0;15,9>
Przedział ufności przy P _{99%} [daN]	<53,8;57,4>	<12,6;16,4>
Test F (F₉₅ = 3,18)	1,87	0,58
Test t (t₉₅ = 2,10)	1,81	1,22

Legenda:

¹⁾ SD – Odchylenie standardowe

²⁾ CV – Współczynnik zmienności

Tablica nr 7 - Analiza statystyczna wyników otrzymanych wg PN-EN ISO 9073-5:2008

Parametry	Dzianina	Włóknina
1 seria		
Wewnątrzlaboratoryjna wartość średnia [N]	665	330
SD ^{*)}	22,6	27,0
CV ^{*)} [%]	3,40	8,21
Przedział ufności przy P _{95%} [N]	<645;685>	<305;355>
Przedział ufności przy P _{99%} [N]	<640;690>	<300;360>
2 seria		
Wewnątrzlaboratoryjna wartość średnia [N]	630	320
SD ^{*)}	25,3	31,7
CV ^{*)} [%]	4,0	9,9
Przedział ufności przy P _{95%} [N]	<610;655>	<290;345>
Przedział ufności przy P _{99%} [N]	<600;660>	<280;354>
Test F (F₉₅ = 6,39)	1,25	1,38
Test t (t₉₅ = 2,31)	2,24	0,83

Na podstawie badań statystycznych z wykorzystaniem testu F i testu t nie stwierdzono istotnych różnic między wariancjami i wartościami średnimi dwóch serii badań wytrzymałości na przebicie kulką wykonanych na tym samym materiale badawczym, przyrządzie i według tej samej metody przez tego samego wykonawcę. Poziomy statystyk F i t nie przekraczają wartości krytycznych.

Ponadto otrzymane wartości średnie wskaźnika wytrzymałości na przebicie wg PN-EN ISO 9073-5:2008 porównano z międzylaboratoryjnymi wartościami średnimi (Tablica nr 8) i stwierdzono, że mieszczą się one w granicach akceptacji wartości średniej.

Tablica nr 8 - Porównanie wyników analizy statystycznej porównań międzylaboratoryjnych z wynikami uzyskanymi przez LBM ITB „MORATEX” wg PN-EN ISO 9073-5:2008

Parametry	Dzianina	Włóknina
Wewnątrzlaboratoryjna wartość średnia [N]	665	330
	1 seria	1 seria
	630	320
	2 seria	2 seria
Międzylaboratoryjna wartość średnia [N]	605	310
Przedział ufności przy P _{95%} [N]	<505; 700>	<245; 370>

WNIOSKI

1. Wycofanie normy PN-79/P-04738 i zastąpienie jej przez PN-EN ISO 9073-5:2008 pozostawia poważny, nierozwiązany problem dotyczący braku znormalizowanej metodyki badawczej doty-

czącej wyznaczania wytrzymałości na przebicie kulką płaskich tkanych i technicznych wyrobów włókienniczych.

2. Wprowadzenie przez LBM ITB „MORATEX” własnej procedury badawczej PBM-31/ITB:2009 zastępującej PN-79/P-04738 jest tylko rozwiązaniem tymczasowym.
3. Wiele dokumentów normatywnych [3, 4, 5], specyfikacji itp. zawierających wymagania techniczne wytrzymałości na przebicie kulką wg PN-79/P-04738 wymaga przeglądu i nowelizacji.
4. Przeprowadzone testy F i t potwierdzają dobrą powtarzalność wyników wytrzymałości na przebicie kulką otrzymanych w tym samym laboratorium, dla dwóch różnych materiałów według dwóch różnych metodyk PN-79/P-04738 (PBM-31/ITB:2009) i PN-EN ISO 9073-5:2008.
5. Wyniki wytrzymałości na przebicie kulką otrzymane dla dzianiny zgodnie z metodyką PN-79/P-04738 (średnica kulki Ø20 mm) i PN-EN ISO 9073-5:2008 (średnica kulki Ø25.4 mm) zawierają się w granicach akceptacji.
6. Wyniki wytrzymałości na przebicie kulką otrzymane dla włókniny zgodnie z metodyką PN-79/P-04738 (średnica kulki Ø10 mm) i PN-EN ISO 9073-5:2008 (średnica kulki Ø25.4 mm) różnią się znacząco.
7. Wyniki wytrzymałości na przebicie kulką otrzymane wg PN-EN ISO 9073-5:2008 w trzech różnych laboratoriach potwierdzają dobry poziom odtwarzalności metodyki.
8. Wskazaniem byłoby przeprowadzenie badań dla szerszej grupy asortymentowej.

Literatura

1. PN-79/P-04738 „Metody badań wyrobów włókienniczych -- Wyznaczanie wytrzymałości na przebicie”
2. PN-EN ISO 9073-5:2008 „Tekstylnia -- Metody badania włókien -- Część 5: Odporność na przebicie mechaniczne (metoda wypychania kulką)”
3. PN-P-84005:1996 „Tekstylnia -- Dzianiny i wyroby dziewiarskie -- Wartości wskaźnika wytrzymałości na przebicie”
4. PN-P-84538:1996 „Opakowania transportowe z tkanin -- Worki pocztowe i bankowe”
5. PN-P-84252:1991 „Wyroby pończosznice - Wskaźniki wytrzymałości na przebicie”
6. PBM-31/ITB:2009 „Wyznaczanie wytrzymałości na przebicie”

7. *Sprawozdanie nr 12/2009 z porównań międzylaboratoryjnych organizowanych przez POLLAB*
8. *PN-P-04613:1997 „Tekstylija -- Dziańiny i przędziny -- Wyznaczanie masy liniowej i powierzchniowej”*
9. *PN-EN ISO 5084:1999 „Tekstylija -- Wyznaczanie grubości wyrobów włókienniczych”*
10. *PN-EN 29073-1:1994 „Tekstylija -- Metody badania włóknin -- Wyznaczanie masy powierzchniowej”*
11. *PN-EN 9073-2:2002 „Tekstylija -- Metody badania włóknin -- Część 2: Wyznaczanie grubości”*
12. *PN-90/P-04870 „Tekstylija -- Analiza statystyczna wyników pomiarów”*

PN-EN ISO 9073-5:2008 Standard versus PN-79/P-04738 Standard

M. Cichecka

Institute of Security Technologies „MORATEX”

INTRODUCTION

In November 2008 polish standard PN-79/P-04738 „Textiles -- Determination of bursting strength” [1], specified a method for determining bursting strength of the textile fabrics and ready-to-wear or use cloths and applied for determination of multi-directional strength, was withdrawn from catalogue of polish standards. This standard was very helpful in establishing the usefulness of textiles with the special regard of knitted fabrics and knitting products. Range (value) of the bursting strength mentioned above enables the potential manufacturer to the suitable selection of textiles, structure, content and finishing in the aim of keeping and fulfilling the requirements on the defined level.

PN-79/P-04738 standard was replaced by PN-EN ISO 9073-5:2008 „Textiles -- Test methods for nonwovens -- Part 5: Determination of resistance to mechanical penetration (ball burst procedure)” [2]. This standard specifies a method for determining the resistance to mechanical penetration of nonwoven fabrics.

Many standards [3, 4, 5] and specifications for example uniforms etc. for officers of The Ministry of the Interior and Administration created by the Institute of Security Technologies „MORATEX” staff including technical requirements of bursting strength need reviewing and updating because of the content-related changes introduced by 9073-5:2008.

Withdrawal of a commonly used PN-79/P-04738 polish standard leaves an unsolved major problem connected with lack of standardized test method of bursting strength for knitted fabrics and woven fabrics.

To be up to potential clients' expectations and the Institute needs as well in studies on new specifications it was advisable to create a new testing procedure. In this connection, withdrawn standard PN-79/P-04738 Metrology Laboratory of the Institute of Security Technologies „MORATEX” replaced by its own testing procedure PBM-31/ITB:2009 [6], which also expanded accreditation range No AB 154.

Moreover Metrology Laboratory of the Institute of Security Technologies „MORATEX” in 2009 expanded accreditation range of testing methods described in PN-EN ISO 9073-5:2008. Accreditation system demands from accredited laboratory taking part in Inter Laboratory Comparisons (ILC) which in this case were coordinated by Polish Testing Laboratories Club POLLAB. The aim of ILC is to assess laboratory technical competences in conducting tests in a specified range, measurements precision and accuracy of standardized test method. Comparisons testing were conducted on two different materials (the same as examined in this paper) and three different laboratories participated [7].

AIM OF THIS WORK

The purpose of this work was to compare bursting strength results obtained by the means of two different test methods.

DEFINITION

For the purposes of this paper, and according to definitions given in PN-79/P-04738 and PN-EN ISO