

Badania międzylaboratoryjne z zakresu właściwości elektrostatycznych materiałów nieprzewodzących stosowanych w górnictwie

Materiały nieprzewodzące stosowane w atmosferze wybuchowej mogą stanowić źródło zapłonu pochodzącego od wyładowania elektrostatycznego z ich powierzchni. W związku z powyższym konieczne jest wykonywanie badań właściwości elektrostatycznych materiałów nieprzewodzących, przeznaczonych do stosowania w górnictwie. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki porównań międzylaboratoryjnych z obszaru badań właściwości elektrostatycznych, zorganizowanych przez Instytut Techniki Górniczej KOMAG (1. edycja porównań) w zakresie badań transferowanego ładunku zgodnie z PN-EN 13463-1:2010 oraz parametrów rezystancji zgodnie z PN-EN 61340-2-3:2002 w 2010 roku..

1. WPROWADZENIE

Porównania międzylaboratoryjne są coraz powszechniej stosowanym narzędziem sterowania jakością wyników badań. Organizowanie porównań ma na celu m. in.: ocenę zdolności laboratorium do prowadzenia badań w ramach zakresu akredytacji, ciągłe monitorowanie możliwości metrologicznych laboratorium, identyfikowanie problemów i inicjowanie działań mających na celu doskonalenie oraz potwierdzenie deklarowanej niepewności wyników badań [4]. Laboratorium Badań Stosowanych Instytutu Techniki Górniczej KOMAG zorganizowało w 2010 roku porównania międzylaboratoryjne dla następujących metod badawczych w zakresie badań właściwości elektrostatycznych:

- badania transferowanego ładunku (Q) zgodnie z PN-EN 13463-1:2010 [5],
- badania parametrów rezystancji (R_S , R_V , R_{PP})¹ zgodnie z PN-EN 61340-2-3:2002 [6].

W porównaniach uczestniczyło 5 laboratoriów w zakresie badań transferowanego ładunku i 6 laboratoriów w zakresie badań parametrów rezystancji. Wytypowano cztery rodzaje materiałów do porównań

¹ R_S – rezystancja powierzchniowa, R_V – rezystancja skrośna, R_{PP} – rezystancja między punktami

wyników badań przeniesionego ładunku oraz dwa rodzaje materiałów do badań rezystancji.

Za kryterium oceny wyników przyjęto wskaźnik (z) [7], wg wzoru (1):

$$z = \frac{y_i - y_{ref}}{s} \quad (1)$$

gdzie:

- y_i – wynik końcowy badania uzyskany przez laboratorium,
- y_{ref} – wartość odniesienia,
- s – odchylenie standardowe wyników końcowych uzyskanych przez laboratoria.

Kryterium oceny wyników porównań zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1

Kryterium oceny wyników porównań międzylaboratoryjnych [7]

Wartość wskaźnika z	Wynik porównań
$z \leq 2$	Zadowolający
$2 < z < 3$	Wątpliwy
$z \geq 3$	Niezadowolający

2. WYNIKI BADAŃ

Wyniki porównań międzylaboratoryjnych zestawiono w tabelach 2 i 3 [2]. Kryterium oceny wyników badań międzylaboratoryjnych stanowi wartość bezwzględna wskaźnika (z). W tabelach zamieszczono jego wartość z podaniem znaku celem zawarcia dodatkowej informacji, czy uzyskany przez dane La-

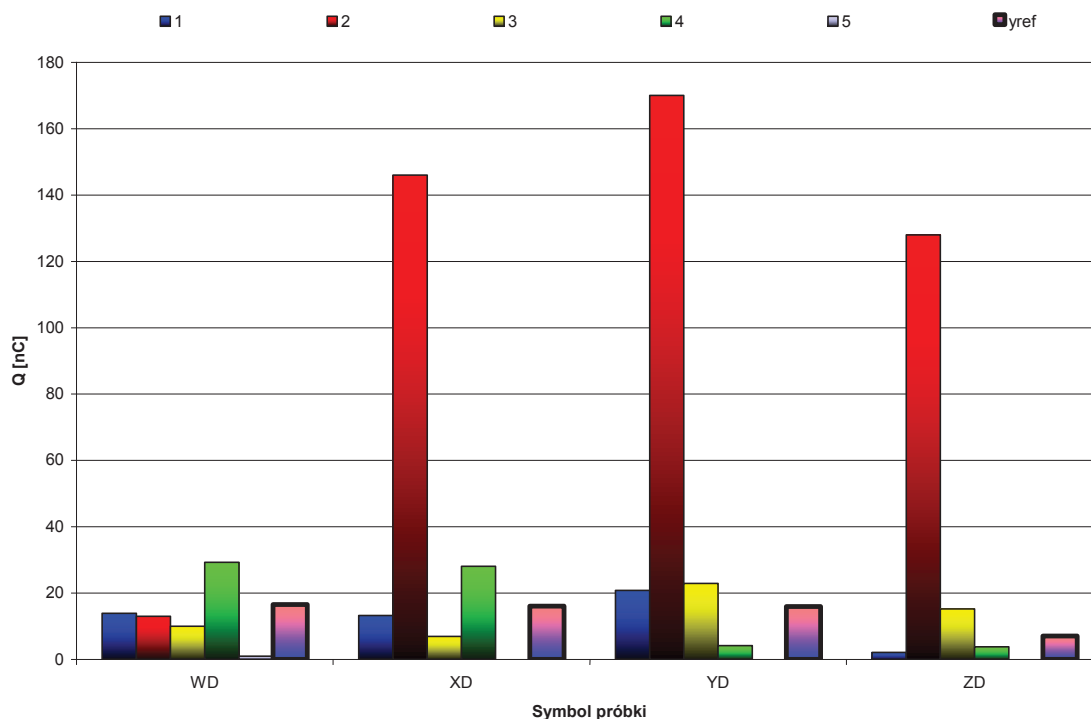
boratorium wynik był większy, czy mniejszy od wartości odniesienia. Wartość odniesienia obliczono jako średnią arytmetyczną ze wszystkich uzyskanych wyników pomiarów [1]. Kolorem czerwonym w tabelach zaznaczono wyniki niezadowalające, zaś kolorem niebieskim wyniki wątpliwe.

Dodatkowo na rysunku 1, 2 i 3 przedstawiono wyniki porównań w zakresie przeniesionego ładunku.

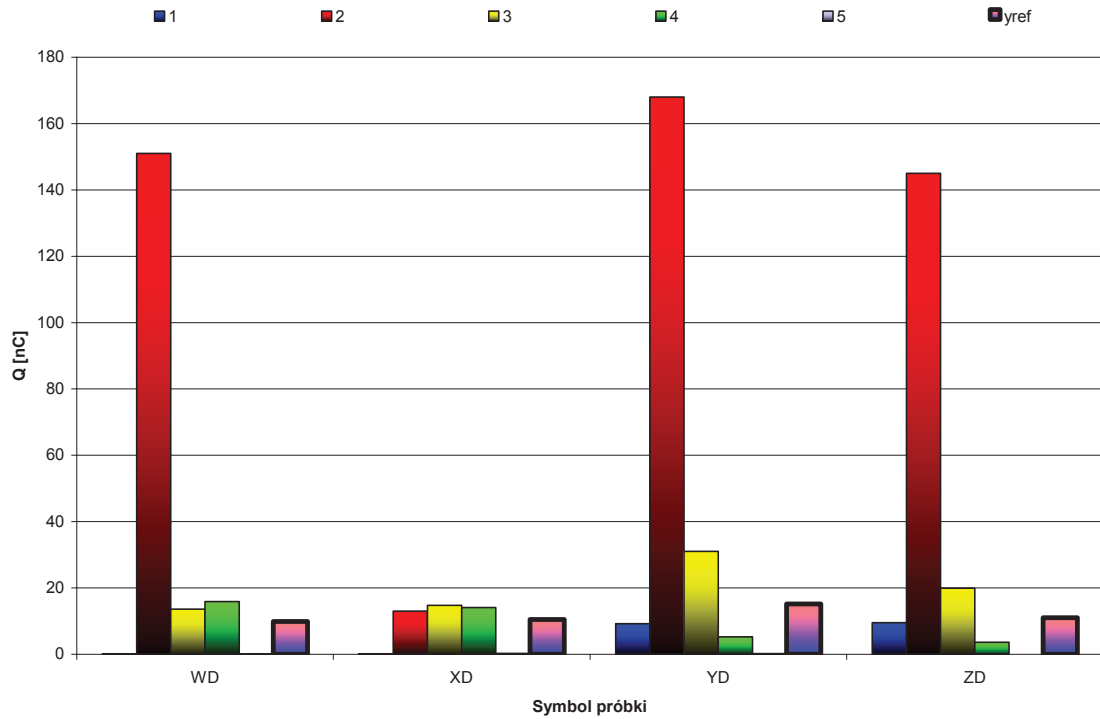
Tabela 2

Wyniki 1. edycji porównań z zakresu badań transferowanego ładunku [2]

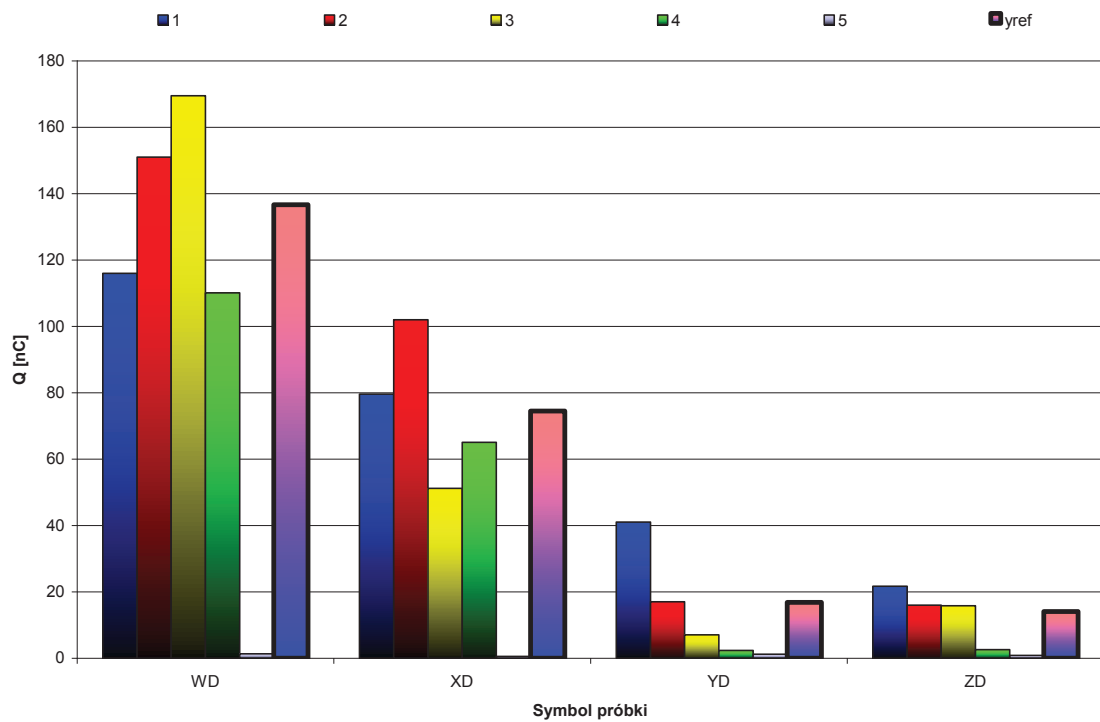
Metoda elektryzacji	Rodzaj materiału	Wartość wskaźnika z				
		Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3	Lab. 4	Lab. 5
Pocieranie tkaniną z poliamidu	WD	-0,31	-0,41	-0,76	1,47	-1,80
	XD	-0,26	11,95	-0,84	1,11	-1,47
	YD	0,47	14,97	0,68	-1,15	-1,55
	ZD	-0,69	16,97	1,15	-0,46	-0,98
Pocieranie tkaniną bawełnianą	WD	-1,14	16,57	0,44	0,70	-1,14
	XD	-1,49	0,36	0,61	0,52	-1,47
	YD	-0,43	11,02	1,14	-0,71	-1,08
	ZD	-0,18	16,26	1,08	-0,90	-1,34
Elektryzacja z użyciem źródła wysokiego napięcia	WD	-0,73	0,51	1,16	-0,94	-4,77
	XD	0,24	1,27	-1,07	-0,43	-3,40
	YD	1,40	0,01	-0,57	-0,84	-0,91
	ZD	0,95	0,24	0,22	-1,41	-1,63



Rys. 1. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań transferowanego ładunku z zastosowaniem elektryzacji metodą pocierania tkaniną z poliamidu [2]



Rys. 2. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań transferowanego ładunku z zastosowaniem elektryzacji metodą pocierania tkaniną bawełnianą [2]



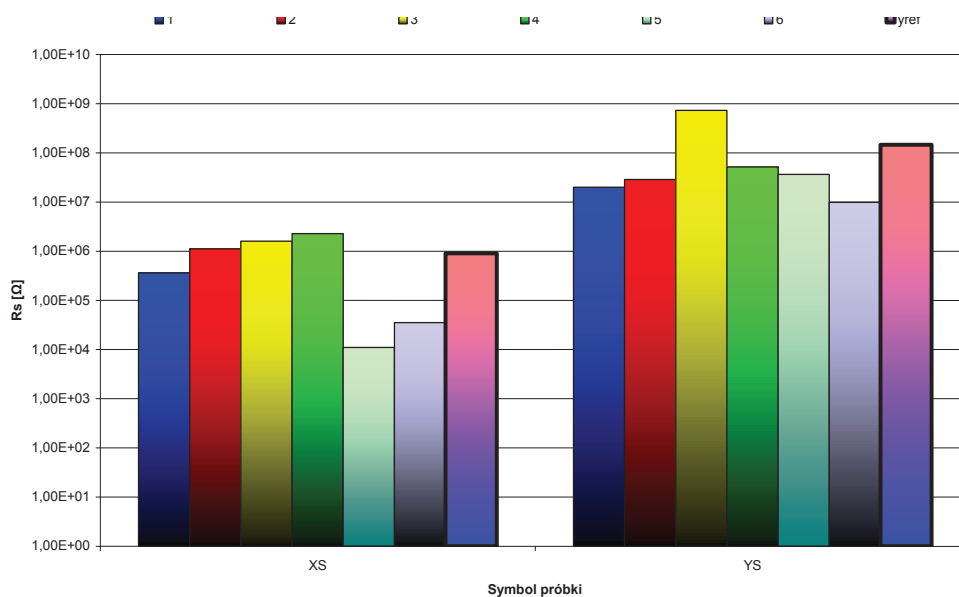
Rys. 3. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań transferowanego ładunku z zastosowaniem elektryzacji z użyciem źródła wysokiego napięcia prądu stałego [2]

Na rysunku 4, 5 i 6 przedstawiono wyniki porównań w zakresie pomiarów rezystancji.

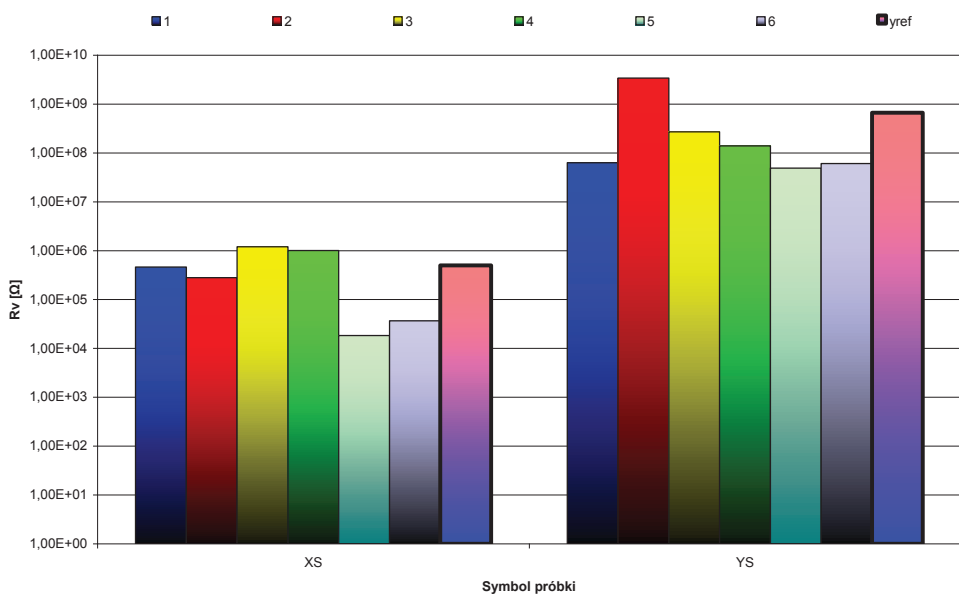
Tabela 3

Wyniki 1. edycji porównań z zakresu badań parametrów rezystancji [2]

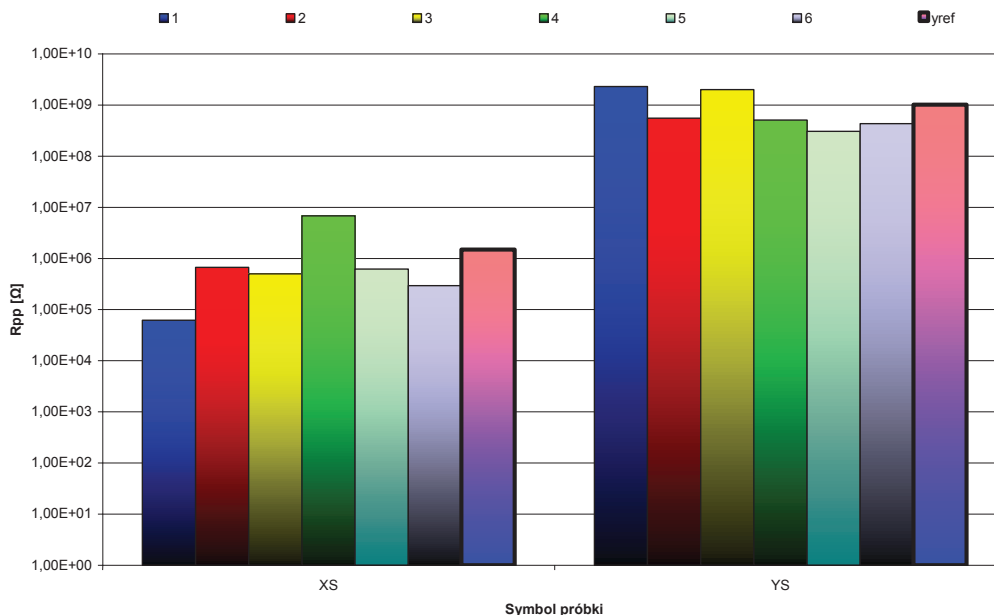
Mierzony parametr	Rodzaj materiału	Wartość wskaźnika z					
		Lab. 1	Lab. 2	Lab. 3	Lab. 4	Lab. 5	Lab. 6
RS	XS	-0,58	0,23	0,76	1,49	-0,96	-0,94
	YS	-0,44	-0,41	2,04	-0,33	-0,38	-0,48
RV	XS	-0,08	-0,44	1,41	1,01	-0,97	-0,93
	YS	-0,45	2,04	-0,29	-0,39	-0,46	-0,45
RPP	XS	-0,55	-0,31	-0,38	2,03	-0,33	-0,46
	YS	1,45	-0,52	1,11	-0,57	-0,80	-0,66



Rys. 4. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań rezystancji powierzchniowej [2]



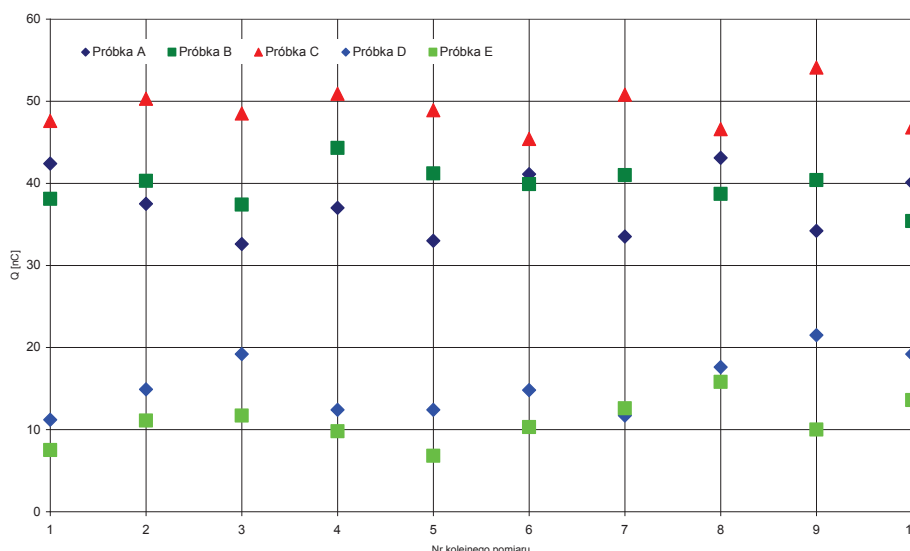
Rys. 5. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań rezystancji skośnej [2]



Rys. 6. Wyniki 1. edycji porównań w zakresie badań rezystancji między punktami [2]

Porównania międzylaboratoryjne w zakresie badań właściwości elektrostatycznych materiałów nieprzewodzących rodzą problemy interpretacyjne wyników badań. Norma PN-EN 61340-2-3:2002 [6] informuje, że „powtarzalność danych metod badawczych może być przyjmowana w przybliżeniu w zakresie połowy rzędu wielkości”. Oznacza to, że jeżeli wartość średnia dla szeregu badań laboratoryjnych wynosi np.

6·108 Ω, wówczas uzyskane wyniki pojedynczych pomiarów mogą mieścić się w zakresie od 3·108 Ω do 9·108 Ω. Na rysunku 7 zaprezentowano pojedyncze wyniki badań transferowanego ładunku dla kilku typowych materiałów nieprzewodzących stosowanych w górnictwie, po elektryzowaniu materiałów metodą z zastosowaniem źródła wysokiego napięcia prądu stałego.



Rys. 7. Wyniki badań transferowanego ładunku wybranych materiałów nie przewodzących [3]

Widać, że rozrzut pojedynczych wyników pomiarów może w sposób istotny wpływać na wyniki po-

równań, pomimo że wynikiem końcowym jest wartość maksymalna z 10-ciu pojedynczych pomiarów.

3. PODSUMOWANIE

Badania właściwości elektrostatycznych materiałów nieprzewodzących, przeznaczonych do stosowania w górnictwie, wiążą się z oceną bezpieczeństwa ich stosowania. Zapewnienie wysokiej jakości tych badań jest zatem bardzo istotne. W tym celu prowadzone są porównania międzylaboratoryjne. W związku z charakterem i fizyką mierzonego zjawiska, praktycznie na każdym etapie porównań, można napotkać problemy, które w konsekwencji skutkować mogą istotnym rozrzutem wyników pomiarów uzyskanych przez poszczególnych uczestników porównań.

Zaprezentowane wyniki 1 edycji porównań międzylaboratoryjnych zorganizowanych w 2010 roku wskazują, że zasygnalizowany problem szczególnie dotyczy metod tarciovych elektryzowania materiałów podczas pomiarów przeniesionego ładunku, kiedy pojawiły się wyniki niezadowalające. W przypadku pomiarów parametrów rezystancyjnych najgorsze uzyskane wyniki były wątpliwe i tylko nieznacznie przekroczyły wartość wskaźnika $z = 2$. Analiza pojedynczych wyników pomiarów uzyskanych przez poszczególnych uczestników porównań wykazała niezadowalającą zbieżność pojedynczych wyników pomiarów na próbkach tego samego materiału w danym laboratorium, stąd autorzy pracy uważają, że należy starannie dobierać materiał badany i zwiększyć liczbę rodzajów badanych materiałów w przypadku pomiarów parametrów rezystancyjnych z dwóch do czterech.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym niekorzystnie na wyniki porównań międzylaboratoryjnych jest czas, jaki upływa od wykonania pomiarów przez pierwszego do ostatniego uczestnika. Podczas 1 edycji porównań czas ten wyniósł prawie 6 miesięcy. Jest to zdecydowanie zbyt długi okres czasu. Przy organizacji 2 edycji porównań zostaną podjęte wszelkie środki zmierzające do zminimalizowania okresu czasu trwania porównań, a także będą prowadzone pomiary na dodatkowych próbkach materiałów, mające na celu wykazać tendencje zmian parametrów mierzonych w czasie.

W programie badań 2 edycji porównań uczestnicy zostaną zobligowani do utrzymywania jednakowej wartości wilgotności, z dokładnością nie gorszą niż $\pm 3\%$. Wartość ta została podyktowana możliwościami technicznymi urządzeń klimatyzujących posiadanych przez laboratoria. W tym celu wykonano urządzenia do monitorowania temperatury i wilgotności, które zostaną przekazane uczestnikom porównań i będą wykorzystywane podczas badań.

Literatura

1. *Fotonowicz P.*: Niepewność w porównaniach międzylaboratoryjnych przy zastosowaniu średniej ważonej lub arytmetycznej jako miary wartości odniesienia, *Przegląd Elektrotechniczny* Nr 2/2009, 86-88.
2. *Orzech Ł., Talarek M.*: Sprawozdanie z badań Nr 242/BT/2010, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, praca nie publikowana, 2010.
3. *Talarek M.*: Badania własne wykonane w ramach doskonalenia metodyk badawczych w zakresie badań elektryzacji, 2008.
4. Polska Norma PN-EN ISO/IEC 17043:2011 Ocena zgodności. Ogólne wymagania dotyczące badania biegłości.
5. Polska Norma PN-EN 13463-1:2010 Urządzenia nieelektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 1: Podstawowe założenia i wymagania.
6. Polska Norma PN-EN 61340-2-3:2002 Elektryczność statyczna. Część 2-3: Metody badań stosowane do wyznaczenia rezystancji i rezystywności płaskich materiałów stałych, używanych do zapobiegania gromadzeniu się ładunku elektrostatycznego.
7. Przewodnik ISO/IEC nr 43cz. 1.: „Badanie biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne – Projektowanie i realizacja programów badania biegłości”.

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów.