

Paweł Bieńkowski¹Wiesław Flakiewicz²

POMIARY PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH DLA CELÓW OCENY EKSPOZYCJI PRACOWNIKÓW I OCHRONY ŚRODOWISKA – PORÓWNIANIA MIĘDZYLABORATORYJNE*

ELECTROMAGNETIC FIELDS MEASUREMENTS TO ASSESS WORKERS' EXPOSURE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION: INTERLABORATORY COMPARISONS

¹ Z Laboratorium Wzorców i Metrologii Pola Elektromagnetycznego

Instytutu Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki

Politechniki Wrocławskiej

² Z „EnviPol” Badania i Oceny Zagrożeń Środowiska w Płocku

STRESZCZENIE

Porównania międzylaboratoryjne są ważnym elementem systemu jakości akredytowanych laboratoriów badawczych. Większość instytucji akredytujących wymaga w swojej polityce udziału laboratoriów w programach ILC. Programy te są działaniami technicznymi. Analiza wyników ILC pozwala na podjęcie działań decyzyjnych – badania biegłości. Jest wiele typowych rodzajów ILC, ale w pomiarach PEM stosuje się zwykle programy porównywania wyników, które polegają na pomiarze tego samego źródła PEM kolejno przez wszystkich uczestników. Jako obiekt badań stosuje się zwykle źródło PEM pracujące w warunkach normalnej eksploatacji. W pracy zostały przedstawione rezultaty oraz analiza porównań międzylaboratoryjnych realizowanych przez laboratoria akredytowane. Pomiarzy zostały wykonane w otoczeniu stacji bazowej GSM. Med. Pr., 2006;57(2):187–191

Słowa kluczowe: porównania międzylaboratoryjne, pole elektromagnetyczne, miernictwo pola elektromagnetycznego

ABSTRACT

Interlaboratory comparisons (ILC) are an important element of quality systems of certified testing laboratories. It is the policy of the majority of certifying institutions to participate in ILC programs concerning research laboratories. ILC programs are technical initiatives. An analysis of the ILC results allows for taking decisive actions – proficiency testing. There are many types of ILC. However, in EMF measurements, the result comparison programs are usually applied. All program participants measure the same EMF source, usually the one that is normally exploited. The authors present the results and analysis of interlaboratory comparisons performed by certified laboratories. Comparisons presented in the paper were performed in the vicinity of the GSM base station. Med Pr 2006;57(2):187–91

Key words: interlaboratory comparison, electromagnetic field, EMF measurement

Adres 1. autora: Wybrzeże St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, e-mail: pawel.bienkowski@pwr.wroc.pl

Nadesłano: 1.03.2006

Zatwierdzono: 13.03.2006

WSTĘP

Pole elektromagnetyczne (PEM) jest jednym z wielu czynników fizycznych, podlegających kontroli na stanowiskach pracy (1) oraz monitoringowi w środowisku (2). Ze względu na bardzo szeroki zakres częstotliwości oraz różnorodność źródeł PEM, do pomiarów natężenia pola stosuje się różnorodną aparaturę pomiarową, a także różne metody pomiaru. Metodologia pomiarów wymaga od ekip pomiarowych nie tylko wiedzy teoretycznej, ale także dużego doświadczenia praktycznego. Potwierdzeniem kompetencji jednostki wykonującej tego typu badania jest m.in. akredytacja i związane z nią wymagania

jednostki akredytującej. Jednym z nich jest uczestnictwo laboratorium akredytowanego w porównaniach międzylaboratoryjnych (ILC – interlaboratory comparison). Kompendium wiedzy na temat organizacji, realizacji i oceny wyników porównań między laboratoryjnych można znaleźć w Przewodniku ISO/IEC 43 (3). Dla laboratoriów akredytowanych zasady udziału w ILC zawarte są w dokumencie Polskiego Centrum Akredytacji pod nazwą „Polityka Polskiego Centrum Akredytacji dotycząca wykorzystania badań biegłości/porównań między laboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów” (4). Z technicznego punktu widzenia, badania międzylaboratoryjne potraktować można jako rodzaj warsztatów i możliwość wymiany doświadczeń.

* Praca wygłoszona podczas Warsztatów IMP Łódź 2005 – Ochrona przed PEM, nt. „Krajowy system kontroli ekspozycji na pola elektromagnetyczne 0 Hz–300 GHz w świetle aktualnych uwarunkowań prawnych”, 29–30 listopada 2005 r., Łódź.

ORGANIZACJA I REALIZACJA PORÓWNAŃ MIĘDZYLABORATORYJNYCH

Porównania międzylaboratoryjne są, zgodnie z definicją zawartą w Przewodniku [3]: „zorganizowaniem, wykonaniem i oceną badań tego samego lub podobnych obiektów badań, przez co najmniej dwa laboratoria, zgodnie z uprzednio określonymi warunkami”. Natomiast „określenie, za pomocą międzylaboratoryjnych badań porównawczych, zdolności laboratorium do przeprowadzania badań” to badanie biegłości (PT – profiency testing).

Zasady projektowania programów badań porównawczych mogą być różne, ale wydaje się, że najpopularniejsze będą dwa scenariusze:

- porównania otwarte, gdzie koordynator ustala program i zakres badań oraz ogłasza realizację takiego projektu informując o tym jednostki akredytujące i, w miarę możliwości, zainteresowane laboratoria,

- porównania partnerskie lub zapraszane, w których grupa laboratoriów realizujących podobny zakres badań/wzorcowań organizuje wspólnie badania porównawcze, wybierając spośród siebie koordynatora.

Niezależnie od stosowanego scenariusza, badania takie realizuje się zazwyczaj zgodnie z następującym algorytmem:

- 1) wybór obiektu badań,
- 2) wybór rodzaju badań,
- 3) określenie celu badań oraz kryteriów oceny (wyznaczenie koordynatora i podmiotu odpowiedzialnego za analizę wyników),
- 4) ustalenie listy uczestników i harmonogramu badań,
- 5) przeprowadzenie badań,
- 6) zebranie wyników i ich analiza,
- 7) ocena osiągnięć i poinformowanie o niej uczestników.

W przypadku pomiarów dla celów ochronnych przed PEM, ze względu na specyfikę takich pomiarów, najbardziej przydatna wydaje się metoda pomiaru tego samego źródła przez wszystkie ekipy pomiarowe w miejscu jego instalacji. Źródło można specjalnie przygotować do badań, lub też wykorzystać istniejące źródło PEM, np. otoczenie systemów antenowych urządzeń radiokomunikacyjnych czy instalacje przemysłowe. Przy wyborze źródeł PEM należy zwrócić uwagę na warunki pomiarów. Zaleca się, żeby pomiary wykonywane były w powtarzalnych warunkach – dotyczy to z jednej strony stabilnej pracy źródła, a z drugiej określenia pionów i punktów pomiarowych. Ma to szczególne znaczenie w bezpośrednim otoczeniu źródła, gdzie występuje

znaczny gradient zmian natężenia PEM. W obszarze tym zmiana położenia sondy pomiarowej nawet o kilka centymetrów może powodować zmiany wyniku o kilkadziesiąt procent.

PRZYKŁAD PORÓWNAŃ MIĘDZYLABORATORYJNYCH W ZAKRESIE POMIARÓW PEM

Przykładem porównań międzylaboratoryjnych będą wyniki badań przeprowadzonych przez grupę laboratoriów akredytowanych. Porównania takie prowadzone są cyklicznie od kilku lat, co poza bieżącymi wynikami daje możliwość śledzenia osiągnięć poszczególnych uczestników, jak również pogląd na długoterminowe zmiany parametrów aparatury pomiarowej.

Prezentowane porównania przeprowadzono zgodnie z wymaganiami Przewodnika (3). Jako źródło PEM wybrano stację bazową GSM. Pomiary wykonywane były kolejno przez każdego z uczestników porównań w pięciu obligatoryjnie wybranych pionach pomiarowych, dobranych zgodnie z wymaganiami przepisów ochronnych. Punkty pomiarowe w obrębie pionu były również wyznaczone obligatoryjnie przez fizyczne oznaczenie miejsca pomiaru. W porównaniach wykorzystywano aparaturę pomiarową przeznaczoną do pomiarów ochronnych produkcji krajowej i zagraniczną (MEH, WG, Narda). Wszystkie mierniki posiadały aktualne świadectwa wzorcowania, wydane przez różne laboratoria. Wyniki uzyskane przez uczestników zostały zakodowane, poddane obróbce i zaprezentowane uczestnikom porównań. Ocenę poprawności przeprowadzenia pomiarów i osiągnięć uczestników przeprowadzono według wcześniej ustalonych kryteriów. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1. Przeprowadzono dwie serie pomiarów (9 pomiarów w serii), wykonywanych przez różne osoby różnym sprzętem pomiarowym.

Przykładową ocenę osiągnięć uczestników, zgodnie z zaleceniami Przewodnika (1), przeprowadzono w oparciu o wskaźnik z , zdefiniowany jako:

$$z = \frac{x - X}{s}$$

gdzie:

x – wynik uczestnika,

X – wartość przypisana (w tym przypadku przyjęto wartość średnią wyników),

s – miara zmienności/szacowanie określające warunki spełnienia wymagań programu (w tym przypadku odchylenie standardowe).

Tabela 1. Wyniki porównań międzylaboratoryjnych

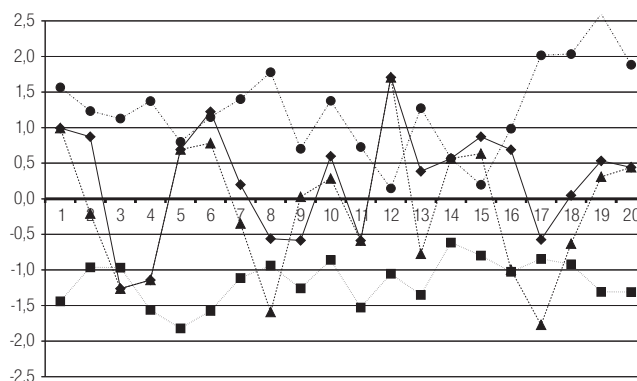
Numer punktu	Numer pomiaru																		Średnia	Odchylenie standardowe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	3,7	3,3	2,9	3,5	3,5	3,4	3,5	3,1	3,1	5,0	4,0	3,6	4,7	4,3	4,6	5,0	4,6	4,6	3,91	0,70
2	3,1	2,6	2,9	3,2	3,2	3,1	3,3	2,8	2,7	4,2	3,3	3,3	4,1	4,3	4,1	4,1	3,9	3,3	3,42	0,56
3	3,0	2,5	2,2	2,6	2,6	2,5	2,9	2,4	2,3	3,5	3,2	3,0	4,7	3,5	3,7	3,7	2,0	2,0	2,90	0,71
4	2,7	2,2	1,8	2,5	2,5	2,5	2,1	2,1	2,5	3,0	3,0	3,0	3,3	2,2	3,2	3,2	2,0	2,0	2,55	0,48
5	7,6	6,8	5,9	7,3	6,8	6,9	8,1	6,2	6,3	8,5	9,1	8,2	8,2	7,3	8,3	8,3	8,2	8,2	7,57	0,92
6	6,2	5,9	5,0	7,0	5,5	6,4	6,2	5,9	6,1	9,1	7,4	7,4	8,2	6,9	9,6	8,7	8,8	8,2	7,14	1,36
7	4,6	5,0	4,5	4,8	4,7	4,8	5,1	5,0	5,3	6,9	5,9	5,4	7,6	5,2	6,8	6,8	5,7	5,2	5,52	0,91
8	3,2	3,0	2,7	3,8	3,4	3,2	2,8	3,8	3,6	5,2	3,4	3,2	5,8	3,5	5,3	5,6	3,1	2,0	3,70	1,07
9	5,7	5,5	4,6	5,6	5,6	5,7	5,0	5,2	5,5	9,4	8,5	8,9	6,8	9,8	7,8	7,8	5,7	6,7	6,66	1,63
10	6,0	5,6	5,6	4,9	4,9	5,7	5,2	5,5	6,8	11,0	8,2	8,5	8,3	8,4	9,9	9,9	8,4	7,8	7,25	1,92
11	3,1	3,3	2,5	3,4	3,4	2,8	2,6	3,0	3,3	4,2	3,2	3,2	4,7	3,5	3,7	3,7	3,0	3,0	3,31	0,53
12	3,4	3,4	3,0	3,5	2,9	3,5	3,7	3,4	3,3	5,0	3,0	3,2	4,7	4,3	5,0	4,0	5,3	5,3	3,88	0,83
13	9,6	8,1	7,2	9,3	9,2	9,0	8,7	8,0	8,0	14,4	14,5	13,1	12,7	12,5	14,0	14,0	11,7	8,7	10,70	2,59
14	5,9	6,4	6,1	6,9	5,3	5,8	5,8	5,3	4,7	8,1	7,0	8,2	8,7	10,3	7,8	7,8	7,8	7,8	6,99	1,44
15	7,9	8,2	8,2	7,6	9,1	8,6	9,3	7,5	6,9	10,5	15,7	13,8	13,8	10,7	11,0	10,7	12,4	11,8	10,21	2,52
16	5,5	6,2	5,2	6,6	6,2	6,0	7,2	5,8	6,6	12,0	14,1	15,7	10,7	8,1	12,0	12,0	11,0	5,3	8,67	3,38
17	10,9	9,3	8,1	9,8	9,2	10,7	10,1	8,3	10,5	14,3	8,2	8,5	10,7	11,0	15,5	15,5	8,8	5,7	10,29	2,59
18	12,4	10,3	9,4	11,0	10,3	9,3	9,1	9,7	12,1	15,3	13,3	9,7	9,2	11,4	14,0	15,5	11,4	10,0	11,30	2,06
19	8,9	7,7	6,8	7,6	7,2	9,5	8,5	8,3	9,1	13,5	10,2	9,7	8,7	10,3	12,0	15,5	10,9	10,4	9,71	2,23
20	8,0	6,8	5,9	7,1	6,4	6,7	5,9	6,0	8,1	10,3	7,9	8,1	8,2	9,8	10,3	11,0	8,7	8,7	7,99	7,64

Jest to szacowanie stosunkowo ostre, bo nie uwzględnia się tu niepewności pomiarów przyjętej na poziomie $\pm 20\%$.

W zależności od wartości wskaźnika z rezultat osiągnięty przez laboratorium określa się jako:

- $|z| \leq 2$ – zadowalający
- $2 < |z| < 3$ – wątpliwy
- $|z| > 3$ – niezadowalający

W tabeli 2 zebrano wskaźniki z wyznaczone na podstawie pomiarów z tabeli 1. Tylko w 5. na 360 punktów uzyskane wyniki zakwalifikowano jako wątpliwe. Niezależnie od oceny osiągnięć, wyniki porównań międzylaboratoryjnych mogą też być źródłem informacji technicznych. Ciekawe wnioski można wyciągnąć analizując dwa ostatnie wiersze tabeli 2. Jest to suma wskaźników z uzyskanych przez laboratorium w danym pomiarze i suma wartości bezwzględnych z. Im wartości te są niższe, tym lepsze osiągnięcia laboratorium, przy czym suma $|z|$ jest wskaźnikiem bezwzględnym, a suma z określa charakter odchylenia. Na rycinie 1 przedstawiono graficznie przebieg zmienności wskaźnika z dla wybranych pomiarów. Dla uzyskania lepszej czytelności wykresów, kolejne wartości z dla danego uczestnika



Ryc. 1. Przebieg zmienności wskaźnika z (oś pionowa) w funkcji punktu pomiarowego (oś pozioma) dla wybranych uczestników.

połączono linią ciągłą. Oscylacja wskaźnika z wokół wartości 0 pozwala stwierdzić, że dana seria pomiarów przeprowadzona jest prawidłowo, a rozbieżność wyników jest związana z błędami przypadkowymi. Jeżeli wszystkie wartości z są mniejsze lub większe od zera, to można przypuszczać, że jest to wynik błędu systematycznego, np. błąd systematyczny miernika wynikający z przebiegu jego charakterystyki częstotliwościowej lub błędu wzorcowania (nawet jeżeli błąd ten mieści się w granicach niepewności wzorcowania). W przypad-

Tabela 2. Wartości wskaźnika z

Numer punktu	Wskaźnik z																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	-0,3	-0,9	-1,4	-0,6	-0,6	-0,7	-0,7	-1,2	-1,2	1,6	0,1	-0,4	1,1	0,6	1,0	1,6	1,0	1,0
2	-0,6	-1,5	-1,0	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-1,1	-1,3	1,4	-0,2	-0,2	1,2	1,6	1,2	1,2	0,9	-0,2
3	0,1	-0,6	-1,0	-0,4	-0,4	-0,6	-0,1	-0,7	-0,8	0,8	0,4	0,1	2,5	0,8	1,1	1,1	-1,3	-1,3
4	0,3	-0,6	-1,6	-0,1	-0,1	-0,1	-1,0	-0,9	-0,1	1,0	1,0	1,0	1,6	-0,7	1,4	1,4	-1,1	-1,1
5	0,0	-0,9	-1,8	-0,3	-0,8	-0,7	0,6	-1,5	-1,4	1,0	1,7	0,7	0,7	-0,3	0,8	0,8	0,7	0,7
6	-0,7	-0,9	-1,6	-0,1	-1,2	-0,6	-0,7	-0,9	-0,8	1,4	0,2	0,2	0,8	-0,2	1,8	1,1	1,2	0,8
7	-1,0	-0,5	-1,1	-0,8	-0,9	-0,8	-0,5	-0,6	-0,2	1,5	0,4	-0,1	2,3	-0,3	1,4	1,4	0,2	-0,3
8	-0,5	-0,6	-0,9	0,1	-0,3	-0,5	-0,8	0,1	-0,1	1,4	-0,3	-0,5	2,0	-0,2	1,5	1,8	-0,6	-1,6
9	-0,6	-0,7	-1,3	-0,6	-0,6	-0,6	-1,0	-0,9	-0,7	1,7	1,1	1,4	0,1	1,9	0,7	0,7	-0,6	0,0
10	-0,7	-0,9	-0,9	-1,2	-1,2	-0,8	-1,1	-0,9	-0,2	1,9	0,5	0,6	0,5	0,6	1,4	1,4	0,6	0,3
11	-0,4	-0,1	-1,5	0,2	0,2	-0,9	-1,3	-0,6	0,0	1,7	-0,2	-0,2	2,6	0,4	0,7	0,7	-0,6	-0,6
12	-0,6	-0,6	-1,1	-0,5	-1,2	-0,5	-0,2	-0,6	-0,7	1,3	-1,1	-0,8	1,0	0,5	1,3	0,1	1,7	1,7
13	-0,4	-1,0	-1,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-1,0	-1,0	1,4	1,5	0,9	0,8	0,7	1,3	1,3	0,4	-0,8
14	-0,8	-0,4	-0,6	-0,1	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,6	0,8	0,0	0,8	1,2	2,3	0,6	0,6	0,6	0,6
15	-0,9	-0,8	-0,8	-1,0	-0,4	-0,6	-0,4	-1,1	-1,3	0,1	2,2	1,4	1,4	0,2	0,3	0,2	0,9	0,6
16	-0,9	-0,7	-1,0	-0,6	-0,7	-0,8	-0,4	-0,8	-0,6	1,0	1,6	2,1	0,6	-0,2	1,0	1,0	0,7	-1,0
17	0,3	-0,4	-0,8	-0,2	-0,4	0,2	-0,1	-0,8	0,1	1,6	-0,8	-0,7	0,2	0,3	2,0	2,0	-0,6	-1,8
18	0,5	-0,5	-0,9	-0,1	-0,5	-1,0	-1,1	-0,8	0,4	1,9	1,0	-0,8	-1,0	0,0	1,3	2,0	0,0	-0,6
19	-0,4	-0,9	-1,3	-1,0	-1,1	-0,1	-0,5	-0,6	-0,3	1,7	0,2	0,0	-0,5	0,3	1,0	2,6	0,5	0,3
20	0,0	-0,7	-1,3	-0,6	-1,0	-0,8	-1,3	-1,2	0,1	1,4	-0,1	0,1	0,1	1,1	1,4	1,9	0,4	0,4
Suma z	-7,6	-14,4	-23,3	-8,6	-13,5	-11,8	-12,4	-17,3	-11,8	26,7	9,3	5,6	19,2	9,4	23,3	24,9	5,1	-2,9
Suma z	10,0	14,4	23,3	9,2	13,9	12,2	13,6	17,5	12,9	26,7	14,5	13,1	22,2	13,2	23,3	24,9	14,5	15,8

Tabela 3. Aktywność stacji bazowej w trakcie pomiarów

Godzina 10:00–10:25			Godzina 10:25–10:50			Godzina 10:50–11:10			Godzina 11:10–11:45			Godzina 11:45–12:15			Godzina 12:15–12:50		
Max V/m	Śred. V/m	%	Max V/m	Śred. V/m	%	Max V/m	Śred. V/m	%	Max V/m	Śred. V/m	%	Max V/m	Śred. V/m	%	Max V/m	Śred. V/m	%
5,2	2,7	51,9	10,3	6,9	67,0	12,0	10,1	84,2	16,0	12,3	76,9	15,5	12,9	83,2	12,4	9,1	73,4
4,9	2,6	53,1	7,6	4,4	57,9	9,8	7,7	78,6	12,0	10,1	84,2	16,0	13,9	86,9	11,5	7,9	68,7
5,1	2,9	56,9	7,1	5,2	73,2	9,9	7,5	75,8	9,5	7,8	82,1	14,0	12,2	87,1	11,0	8,0	72,7
7,6	5,2	68,4	7,0	5,1	72,8	6,0	4,9	81,7	14,0	11,7	83,6	17,2	14,1	82,0	9,0	6,9	76,7
57,6 ± 7,5			62,7 ± 8,7			80,1 ± 3,7			81,7 ± 3,3			84,8 ± 2,6			73,6 ± 3,8		
Punkty pomiarowe 1–8 Seria I			Punkty pomiarowe 1–8 Seria II			Punkty pomiarowe 9–12 Seria I, Seria II			Punkty pomiarowe 13–16 Seria I, Seria II			Punkty pomiarowe 17–20 Seria I			Punkty pomiarowe 17–20 Seria II		
Pion pomiarowy 1, 2			Pion pomiarowy 1, 2			Pion pomiarowy 3			Pion pomiarowy 4			Pion pomiarowy 5			Pion pomiarowy 5		

ku prezentowanych porównań międzylaboratoryjnych można się doszukiwać jeszcze jednego źródła błędów – rodzaj źródła będącego przedmiotem badań. Stacja bazowa GSM, pracująca w sieci, nie jest najlepszym źródłem ze względu na niekontrolowane warunki pracy. W celu minimalizacji wpływu zmian obciążenia stacji, a co za tym idzie i zmian natężenia PEM w jej otoczeniu, prowadzono ciągły monitoring natężenia PEM

w wyznaczonych do badań porównawczych pięciu pionach pomiarowych, w stałym punkcie pomiarowym każdego z pionów na wysokości 1 m. Uzyskane wyniki aktywności stacji przedstawiono w tabeli 3.

Skorelowanie wyników monitoringu z pomiarami oraz wprowadzenie odpowiednich współczynników korekcyjnych, uwzględniających zmiany poziomu obciążenia stacji bazowej, GSM z wynikami pomiarów, wpły-

Tabela 4. Korelacja wyników pomiarów z aktywnością stacji bazowej

Pion pomiar./wysokość/ punkt pomiaru			Międzylaboratoryjne porównania PEM							
			seria I V/m		seria II V/m		rozzrzt wyników pomiarów %			
1	2,0 m	1								
	1,5 m	2	max.	śr.		max.	śr.			
	1,0 m	3	5,2–4,9	2,6–2,7	2,8	7,6–10,3	4,4– 6,9	3,2	14,3	14,3
	0,5 m	4			2,7			2,8	3,7	3,7
2		5			7,6			8,2	7,9	7,9
		6	max.	śr.		max.	śr.			
		7	5,1–7,6	2,9–5,2	4,6	7,1–7,0	5,2– 5,1	6,1	32,9	10,9
		8			3,2			4,4	37,5	15,8
3		9			5,7			7,9	38,6	19,7
		10	max.	śr.		max.	śr.			
		11	9,8–12,0	7,7–10,1	3,1	6,0–9,9	4,9– 7,5	3,6	16,1	16,1
		12			3,4			4,5	32,4	32,4
4		13			9,4			13,1	39,4	27,2
		14	max.	śr.		max.	śr.			
		15	12–16	10,1–12,3	5,9	9,5–14,0	7,8–11,7	8,2	39,0	28,1
		16			7,9			12,1	53,2	40,7
5		17			5,5			11,3	105,6	88,3
		18	max.	śr.		max.	śr.			
		19	14,0–17,2	12,2–14,1	8,9	9,0–12,4	6,9–9,1	11,9	33,7	20,2
		20			7,4			9,3	25,7	12,0
Wartość średnia				6,0 ± 2,8			7,9 ± 3,6		31,7 ± 2,8	20,7 ± 18,5

wa na zmniejszenie niepewności pomiarów i wyraźne zmniejszenie rozrzutu ich wyników. W tabeli 4 przedstawiono wyniki takiego działania. W dwóch ostatnich kolumnach przeprowadzono porównanie analizy min–max (rozzrzt wyników pomiarów odniesiony do wartości średniej) dla pomiarów bezpośrednich i po wprowadzeniu współczynników korekcyjnych. Średni rozrzut wyników zmniejszył się z ok. 30% do ok. 20%.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono w zarysie zasady organizowania i prowadzenia porównań międzylaboratoryjnych. Przedstawiono przykłady analizy wyników porównań i ocenę osiągnięć na podstawie pomiarów natężenia PEM. Warto zwrócić uwagę na fakt, że porównania międzylaboratoryjne to nie tylko obowiązek dla laboratoriów akredytowanych, ale także bardzo użyteczne narzędzie techniczne, umożliwiające podnoszenie kompetencji, wymianę doświadczeń możliwość zacieśniania kontaktów między laboratoriami o zbliżonym zakresie badań. Nie można jednakże pomijać aspektu ambicjonalnego podejścia do uczestnictwa w programach ILC/PT, obaw przed uzyskaniem niskiej oceny czy też naturalnej chęci do pokazania swojego laboratorium w jak najlepszym świetle. Pewną pułapką jest tu budżet niepewności, którego zbyt optymistyczne wyznaczenie

może być przyczyną niskiej oceny laboratorium na tle innych jednostek, które – przy podobnym rozrzucie wyników, ale deklarowanej większej niepewności – osiągną lepsze wskaźniki jakości pomiarów. Tylko dla porządku wspomniemy tutaj o teoretycznie możliwej „pokucie zmywy” grupy uczestników porównań lub fałszowaniu wyników, jako zjawiskach obcych laboratoriom akredytowanym, ale branych również pod uwagę przy realizacji programów ILC/PT.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29.11.2002 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2002, nr 217, poz.1833
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów. DzU 2003, nr. 192, poz. 1883
3. Przewodnik ISO/IEC 43:1997: Badanie biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne. Polski Komitet Normalizacji, Warszawa 1997
4. Polityka Polskiego Centrum Akredytacji dotycząca wykorzystania badań biegłości/porównań międzylaboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów – dokument PCA DA-05. Wyd. 2, 2004 [cytowany 1 marca 2006]. Polskie Centrum Akredytacji, Warszawa. Adres: <http://www.pca.gov.pl>