

Roman Urba

Institut Nafty i Gazu

Międzylaboratoryjne badania w Instytucie Nafty i Gazu z zakresu pomiarów natężenia oświetlenia elektrycznego

Międzylaboratoryjne badania porównawcze pomiarów czynników środowiskowych służą do potwierdzenia kompetencji ich uczestników w zakresie wykonywania określonych zadań. Dodatkowo dają możliwość porównania jakości pracy własnego laboratorium z innymi podobnymi jednostkami. Zakład Badań Środowiskowych Instytutu Nafty i Gazu Oddział w Krośnie zorganizował i przeprowadził badania międzylaboratoryjne w zakresie pomiarów natężenia oświetlenia elektrycznego. W badaniach wzięło udział siedem laboratoriów. Wyniki przeprowadzonych badań wraz z ich oceną zamieszczono w niniejszym artykule.

Słowa kluczowe: oświetlenie elektryczne, badania porównawcze, natężenie światła.

Interlaboratory electric lighting measurements performed in the Oil and Gas Institute

Comparative studies of interlaboratory measurements of environmental factors serve to testify participant competence in the scope to perform specific tasks. Furthermore, they allow to compare the work quality of someone's own laboratory with similar units. Environmental Measurements Laboratory in the Oil and Gas Institute in Krosno organized and conducted interlaboratory electric light intensity measurements. Seven laboratories participated in these tests. The test results with their evaluation are presented in this publication.

Key words: electric lighting, comparative study, light intensity.

Wstęp

Zgodnie z polityką Polskiego Centrum Akredytacji, dotyczącą wykorzystywania badań biegłości / porównań międzylaboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów, w dniu 22.02.2013 r. w Instytucie Nafty i Gazu Kraków Oddział Krosno zorganizowano porównania międzylaboratoryjne w zakresie badań natężenia oświetlenia elektrycznego. Do udziału w badaniach zgłosiło się siedem jednostek laboratoryjnych. Ze względu na wymogi poufności, w niniejszym opracowaniu nie zostały zamieszczone nazwy ani dane adresowe tych laboratoriów. Uczestnicy zgłosili się z własną aparaturą pomiarową (miernik, kalibrator fotometryczny) posiadającą ważne świadectwa wzorcowania.

Czas i miejsce pobytu uczestników zorganizowano w taki sposób, aby od rozpoczęcia pomiarów aż do oddania wyników koordynatorowi poszczególne zespoły pomiarowe miały ograniczone możliwości porozumiewania się z innymi wykonawcami badań, jak również posiadały nieskrępowany dostęp do komputera i pomieszczenia na opracowanie wyników pomiarów oświetlenia [1, 4].

Zasady realizacji porównań międzylaboratoryjnych przedstawiono w opracowanym przez organizatora *Programie międzylaboratoryjnych badań porównawczych natężenia oświetlenia elektrycznego*, skierowanym do uczestników i zamieszczonym w tablicy 1.

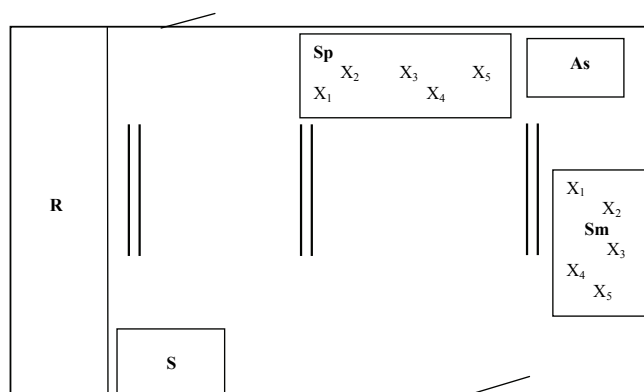
Tablica 1. Program międzylaboratoryjnych badań porównawczych w zakresie natężenia oświetlenia elektrycznego

Nazwa i adres organizatora programu	Instytut Nafty i Gazu Kraków Oddział Krosno Zakład Badań Środowiskowych i Atestacji w Przemśle Naftowym ul. Armii Krajowej 3, 38-400 Krosno
Koordynator programu	dr inż. Roman Urba
Obserwatorzy	dr inż. Małgorzata Uliasz
Charakter i cel programu badania biegłości	Badanie ma na celu porównanie wyników uzyskanych przez różnych wykonawców na tych samych stanowiskach pracy, tj. wartości średniego natężenia oświetlenia na stanowiskach pracy.
Uczestnictwo	W programie biorą udział wszystkie zainteresowane laboratoria.
Obiekt badań	Stanowiska pracy oświetlone światłem sztucznym.
Opis sposobu przygotowania stanowiska i sprawdzenia stabilności źródła oświetlenia	W pomieszczeniu warsztatowym INiG Oddział Krosno wytypowano 2 stanowiska pracy z oświetleniem elektrycznym. Sprawdzone stabilność natężenia oświetlenia w przeciągu 2 godz. (co 15 min) w czterech punktach pomiarowych. Wahania natężenia oświetlenia nie przekraczały 1%. W pomieszczeniach wykonywano pomiary bez dostępu światła dziennego.
Data rozpoczęcia i zakończenia programu badań	Pomiary zostaną przeprowadzone 22.02.2013 r. od godz. 8.00 w siedzibie Instytutu Nafty i Gazu w Krośnie, ul. Armii Krajowej 3. Raport z badań zostanie przesłany po opracowaniu wyników z badań.
Metoda badań	PB-03/KA z dnia 1.02.2010 r.; PN-EN 12464-1:2012
Opis metod statystycznych	Dla każdej serii wyników pomiarów uzyskanych przez uczestników obliczona zostanie wartość średnia, następnie wartość średnia (przypisana) dla danego stanowiska oraz wartość odchylenia standardowego, odtwarzalności, szacowania niepewności oraz wartość wskaźnika z i liczby E_n . $ z \leq 2,0$ – wynik zadowolający $2,0 < z < 3,0$ – wynik wątpliwy $ z \geq 3,0$ – wynik niezadowolający $ E_n \leq 1,0$ – wynik zadowolający $ E_n > 1,0$ – wynik niezadowolający
Opis informacji przekazanych uczestnikom	Raport z badań – termin otrzymania ok. 1 miesiąc
Podstawy metod stosowanych do oceny	PN-EN ISO/IEC 17043:2011

Stanowiska pomiarowe

W celu przeprowadzenia badań porównawczych przygotowano dwa stanowiska pomiarowe (stanowisko prac ślusarskich i stanowisko obsługi mikroskopu) ze stabilnymi źródłami oświetlenia, mieszczące się w pomieszczeniu warsztatowym bez dostępu światła dziennego.

Przed przystąpieniem do właściwych pomiarów wykonywanych przez uczestników badania sprawdzono stabilność natężenia oświetlenia na przygotowanych stanowiskach. Wykonano serie pomiarów na każdym stanowisku pracy, umieszczając czujnik oświetlenia w strefie stanowisk badawczych. Wykonanie pomiarów potwierdziło stabilność źródła natężenia oświetlenia wytypowanych stanowisk badań. Po uzyskaniu wymaganej stabilności, której wahania na badanym stanowisku nie przekraczały 1%, przystąpiono do przeprowadzenia międzylaboratoryjnych badań porównawczych. Schemat przygotowanych stanowisk zamieszczono na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych natężenia oświetlenia elektrycznego w pomieszczeniu warsztatowym

Sp – stanowisko prac ślusarskich (nr I), Sm – stanowisko obsługi mikroskopu (nr II), As – agregat sprężarkowy, R – regał, S – stół do sezonowania, $X_1 \div X_5$ punkty pomiaru natężenia oświetlenia
 ===== – lampa fluorescencyjna (2 × 40 W)



Rys. 2. Widok ogólny stanowiska obsługi mikroskopu

Metoda przeprowadzonych badań

Badania natężenia oświetlenia elektrycznego wykonano zgodnie z *Procedurą Badawczą INiG – Pomiar natężenia oświetlenia elektrycznego PB-03/KA z dnia 1.02.2010 r.* oraz Polską Normą *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach* PN-EN 12464-1:2012 [8]. Wyznaczenia statystycznych parametrów oceny wyników badań porównawczych i ich interpretacji dokonano zgodnie z Polską Normą *Ocena zgodności – Ogólne wymagania dotyczące badania bieglności* PN-EN ISO/IEC 17043:2011 [9].

Wszyscy uczestnicy w trakcie pomiarów lokalizowali sondę fotometryczną w wyznaczonych przez organizatora punktach pomiarowych (pole zadania). Każdy z uczestników badań porównawczych otrzymał przygotowany i opieczętowany arkusz wyników pomiarów. Uzyskane podczas badań wyniki uczestnicy nanosili na dostarczony zakodowany arkusz wyników pomiarów natężenia oświetlenia elektrycznego. Obserwator i koordynator badań zapewnili poufność wykonywanych badań, zachowując odstępy czasowe między grupami pomiarowymi i bezpośredni nadzór.

Wyniki przeprowadzonych przez laboratoria badań

Nazwy laboratoriów zostały oznaczone (zakodowane) numerami od 1 do 7. Laboratorium nr 7 zostało wyznaczone

jako laboratorium odniesienia. Wyniki pomiarów uzyskane przez laboratoria zostały zaprezentowane w tablicy 2.

Tablica 2. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia elektrycznego na stanowiskach pomiarowych

Stanowisko	Numer pomiaru	Wyniki pojedynczych oznaczeń natężenia oświetlenia [lx]						
		lab. 1	lab. 2	lab. 3	lab. 4	lab. 5	lab. 6	lab. 7
Prace ślusarskie	1	330	338	345	338	348	323	335
	2	315	326	329	327	326	309	319
	3	295	303	307	302	306	294	298
	4	345	352	356	360	354	342	348
	5	265	272	276	275	274	264	268
Obsługa mikroskopu	1	304	308	318	310	309	297	304
	2	322	330	328	334	325	323	325
	3	336	348	356	358	337	330	337
	4	306	315	329	323	315	305	314
	5	250	255	266	254	257	249	254

Wyniki badań porównawczych

Na podstawie wyników uzyskanych przez poszczególne laboratoria wyliczono szereg miar (wskaźników) służących do statystycznej oceny jakości przeprowadzonych pomiarów [2, 5, 6, 7, 10, 13].

Zgodnie z programem badań dostarczonym uczestnikom (oraz wymogami normy) najważniejszymi wskaźnikami oceny laboratoriów są: błąd względny e , odchylenie

standardowe, niepewność rozszerzona S_r , z -score oraz E_n . Wyliczone wskaźniki zamieszczono w tablicach 3 i 4 oraz na rysunkach 3–6.

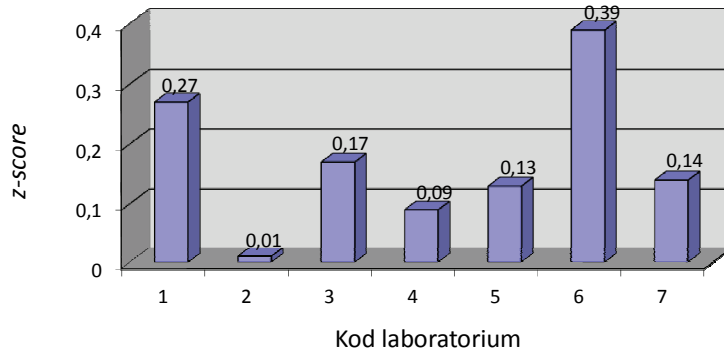
Wyliczono również powiązane wskaźniki osiągniętych rezultatów, służące do oceny grupy uczestników wykonujących badania jako całości. Skompensowane wskaźniki dla grupy laboratoriów zaprezentowano w tabelicy 5.

Tablica 3. Zestawienie wskaźników osiągnięć dla poszczególnych laboratoriów w odniesieniu do pomiarów wykonanych na stanowisku prac ślusarskich

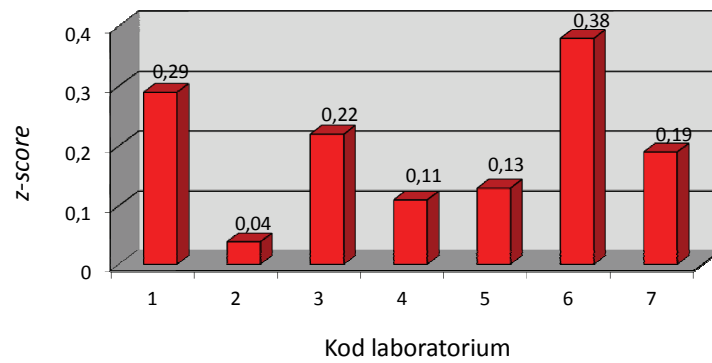
Stanowisko pomiarowe:	Wyniki wskaźników statystycznych dla laboratoriów						
prace ślusarskie	lab. 1	lab. 2	lab. 3	lab. 4	lab. 5	lab. 6	lab. 7
Średnia z pomiarów [lx]	310,0	318,2	322,6	320,4	321,6	306,4	313,6
Wewnątrzlab. wartość średnia x_{sr} [lx]	310,0	318,2	322,6	320,4	321,6	306,4	313,6
Wariancja s_i^2	975,0	990,2	1018,3	1080,3	1068,8	875,3	998,3
Odchylenie stand. s_i [lx]	31,225	31,467	31,911	32,868	32,693	29,585	31,596
Wartość odniesienia P [lx]	317,8	317,8	317,8	317,8	317,8	317,8	317,8
Wynik końcowy labor. $e = x - P$ [lx]	-7,800	0,400	4,800	2,600	3,800	-11,400	-4,200
$z = (x - P)/s_R$	0,27	0,01	0,17	0,09	0,13	0,39	0,14
Niepewność wyniku labor. u_{lab} [lx]	13,964	14,073	14,271	14,699	14,621	13,231	14,130
$E_n = (x - X)/(u_{lab}^2 + u_{ref}^2)^{1/2}$	-0,181	0,231	0,448	0,334	0,393	-0,372	0,000
Dokładność przyrządu $\Delta 1$ [lx]	3,30	4,00	4,50	3,30	3,30	4,00	3,30
Dokładność kalibratora $\Delta 2$ [lx]	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Niepewność całkowita S_c [lx]	14,11	14,28	14,52	14,84	14,76	13,45	14,27
Niepewność rozszerzona $S_r = 2S_c$ [lx]	28,22	28,55	29,04	29,67	29,52	26,89	28,55

Tablica 4. Zestawienie wskaźników osiągnięć dla poszczególnych laboratoriów w odniesieniu do pomiarów wykonanych na stanowisku obsługi mikroskopu

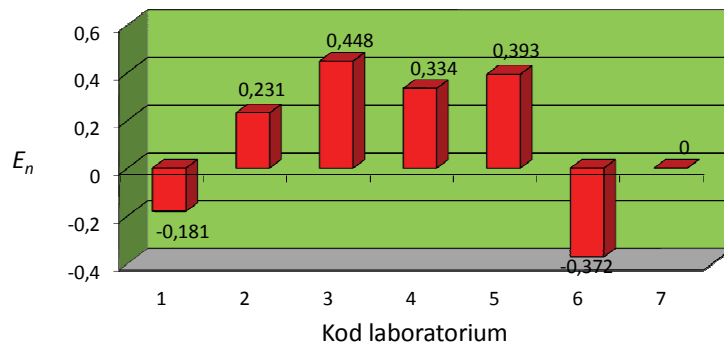
Stanowisko pomiarowe:	Wyniki wskaźników statystycznych dla laboratoriów						
obsługa mikroskopu	lab. 1	lab. 2	lab. 3	lab. 4	lab. 5	lab. 6	lab. 7
Średnia z pomiarów [lx]	303,6	311,2	319,4	315,8	308,6	300,8	306,8
Wewnątrzlab. wartość średnia x_{sr} [lx]	303,6	311,2	319,4	315,8	308,6	300,8	306,8
Wariancja s_i^2	1066,8	1222,7	1089,8	1504,2	944,8	1015,2	1022,7
Odchylenie stand. s_i [lx]	32,662	34,967	33,012	38,784	30,738	31,862	31,980
Wartość odniesienia P [lx]	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5
Wynik końcowy labor. $e = x - P$ [lx]	-8,900	-1,300	6,900	3,300	-3,900	-11,700	-5,700
$z = (x - P)/s_R$	0,29	0,04	0,22	0,11	0,13	0,38	0,19
Niepewność wyniku labor. u_{lab} [lx]	14,607	15,638	14,763	17,345	13,746	14,249	14,302
$E_n = (x - X)/(u_{lab}^2 + u_{ref}^2)^{1/2}$	-0,157	0,208	0,613	0,400	0,091	-0,297	0,000
Dokładność przyrządu $\Delta 1$ [lx]	3,30	4,00	4,50	3,30	3,30	4,00	3,30
Dokładność kalibratora $\Delta 2$ [lx]	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Niepewność całkowita S_c [lx]	14,75	15,82	15,01	17,46	13,89	14,45	14,44
Niepewność rozszerzona $S_r = 2S_c$ [lx]	29,49	31,64	30,01	34,92	27,79	28,90	28,89



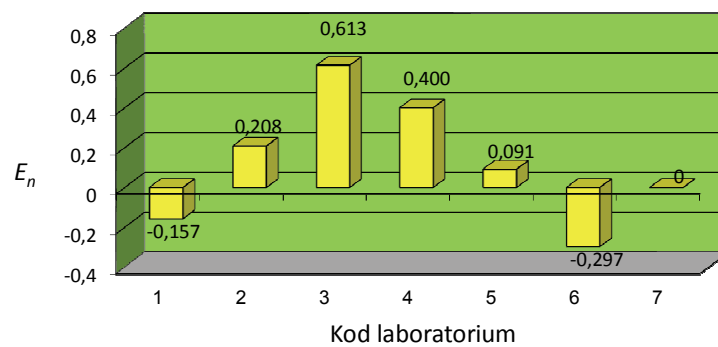
Rys. 3. Wskaźnik z -score na podstawie wyników laboratoriów wykonujących pomiary na stanowisku prac ślusarskich



Rys. 4. Wskaźnik z -score na podstawie wyników laboratoriów wykonujących pomiary na stanowisku obsługi mikroskopu



Rys. 5. Wskaźnik E_n na podstawie wyników laboratoriów wykonujących pomiary na stanowisku prac ślusarskich



Rys. 6. Wskaźnik E_n na podstawie wyników laboratoriów wykonujących pomiary na stanowisku obsługi mikroskopu

Tablica 5. Powiązane wskaźniki oceny grupy laboratoriów

	Stanowisko pomiarowe	
	prace ślusarskie	obsługa mikroskopu
Średnia ogólna $\bar{s}_{r,og}$ [lx]	316,1	309,5
Średnia wariancja powtarzalności s_r^2	1000,886	1123,743
Średnie odchylenie standardowe powtarzalności s_r	31,637	33,522
1/m – 1	0,167	0,167
Średnia liczebność analiz powtarzalnych $n_{sr,og}$	5,0	5,0
Wariancja pomocnicza s_d^2	194,124	215,981
Wariancja między laboratoriami s_l^2	-161,352	-181,552
Wariancja odtwarzalności s_r^2	839,533	942,190
Odchylenie stand. odtwarzalności s_r	28,975	30,695
Wartość przypisana X	313,600	306,800
Niepewność wartości przypisanej u_{ref}	14,130	14,302

Wnioski

1. Wszystkie biorące udział w badaniach laboratoria uzyskały zadowalające wyniki ($|z| \leq 2,0$ oraz $|E_n| \leq 1,0$).
2. Badanie biegłości w zakresie badań środowiskowych pozwoliło na dokonanie oceny zdolności poszczególnych laboratoriów do wykonywania określonych zadań oraz monitorowania ich postępów.
3. Przeprowadzone badania dostarczyły laboratoriom informacji o zaistniałych nieprawidłowościach i dają możliwość podjęcia stosownych działań.
4. Udział w badaniach poszczególnych laboratoriów stanowi platformę wymiany doświadczeń i poglądów (po wykonaniu i udokumentowaniu pomiarów) dla uczestniczących w badaniach jednostek oraz zatrudnionych na badanych stanowiskach osób.
5. Zdobyte podczas wykonanych badań doświadczenia wskazują na to, że istnieje potrzeba kontynuowania tego typu badań; zarówno z udziałem uczestniczących w przeszłości, jak i nowych placówek laboratoryjnych.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2013, nr 7, s. 546–551

Artykuł powstał na podstawie kart zgłoszeń uczestnictwa w badaniach – nr zlecenia: 3130/KA; nr archiwalny: DK-5100-101/13.

Literatura

- [1] Altkorn B.: *Określanie poddyscyplin, wymagających uczestnictwa w badaniach międzylaboratoryjnych, w laboratorium branży naftowej*. Nafta-Gaz 2012, nr 12, s. 1069–1080.
- [2] Arendarski J.: *Niepewność pomiarów*. Wyd. 2 uzupełnione i poprawione. Wyd. WPW, 2006.
- [3] Balawajder Z., Buczek J.: *Sprawozdania z badań czynników szkodliwych w zakładach nafty i gazu 2008/2009*. Dokumentacja INiG Oddział Krosno.
- [4] Basiura M.: *Porównania międzylaboratoryjne z zakresu odporności EMC*. Nafta-Gaz 2011, nr 4, s. 268–271.
- [5] Fisz M.: *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*. Warszawa, PWN, 1984.
- [6] *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*. First edition, 1984, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [7] Praca zbiorowa pod redakcją I. Kruk, J. Typek: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki cz. II*. W: Lewandowska M., Typek J.: *Analiza niepewności pomiarowych*. Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, rozdział I, s. 7–26, 2007.
- [8] PN-EN 12464-1:2012 *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*.
- [9] PN-EN ISO/IEC 17043:2011 *Ocena zgodności – Ogólne wymagania dotyczące badania biegłości*.
- [10] *Podręcznik obliczania niepewności pomiaru w laboratoriach środowiskowych*. Biuletyn Informacyjny Klubu Pollab 2008, 2/51, wersja 3.
- [11] Trzaska E., Rycaj I.: *Koordinacja i uczestnictwo w porównaniach międzylaboratoryjnych, w zakresie smarów plastycznych i asfaltów*. Nafta-Gaz 2011, nr 7, s. 496–501.
- [12] Urba R.: *Niepewność pomiaru fizykomechanicznych czynników środowiskowych w zakładach górnictwa nafty i gazu*. Nafta-Gaz 2010, nr 7, s. 573–576.
- [13] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik. Warszawa, Główny Urząd Miar, 1999.



Dr inż. Roman URBA
Kierownik Zakładu Badań Środowiskowych i Atestacji w Przemśle Naftowym.
Instytut Nafty i Gazu
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: urba@inig.pl