

Spis treści

Wstęp	9
1. Wprowadzenie	13
1.1. Procedury metrologiczne.	13
1.2. Praktyczne znaczenie kalibracji	20
1.3. Matematyczne podstawy kalibracji	23
Literatura	26
2. Jednostki miar, wzorce pomiarowe i badanie jednolitości miar	27
2.1. Kreowanie wzorców jednostek podstawowych SI – stan obecny	27
2.2. Współpraca międzynarodowa nad zachowaniem jednolitości miar pod auspicjami Konwencji Metrycznej	34
2.3. Prace nad dokumentami podstawowymi dla rozwoju metrologii koordynowane przez Międzynarodowe Biuro Miar BIPM oraz komitet JCGM	37
2.4. Prace nad utworzeniem nowego (kwantowego) układu jednostek miar SI koordynowane przez Międzynarodowy Komitet Miar CIPM	39
2.5. Klasyfikacja etalonów i wzorce	44
2.6. Realizacja etalonów jednostek podstawowych SI	46
2.7. Międzynarodowa współpraca metrologów koordynowana przez CIPM – w ramach porozumienia MRA o wzajemnym uznawaniu wzorców i świadectw, wyników kalibracji i pomiarów (CIPM-MRA)	82
Literatura	85
3. Procedury zapewnienia jedności miar	92
3.1. Układy sprawdzań	92
3.2. Interpretacja układów sprawdzań	97
3.3. Optymalizacja układów sprawdzań	103
3.4. Warunki spójności pomiarowej pomiarów	107
3.5. Przykłady układów sprawdzań	111
Literatura	119

4. Podstawowe pojęcia metrologii.	122
4.1. Model matematyczny przyrządu.	122
4.2. Matematyczny model błędów	126
4.3. Niedokładność wzorców i przyrządów	130
4.4. Definicje błędów	136
4.5. Analiza wariancji	146
Literatura	151
5. Procedury wzorcowania przyrządów pomiarowych	152
5.1. Wprowadzenie	152
5.2. Procedury analityczne	156
5.3. Procedury kalibracji	160
5.4. Dobór parametrów procedur wzorcowania.	167
5.5. Klasyfikacja procedur kalibracji.	172
5.6. Wzorcowanie rotametu – przykład.	179
5.7. Standardowa metoda dodawania	194
Literatura	199
6. Niepewność wyników pomiarów i procedury wyznaczania niepewności	201
6.1. Wprowadzenie	201
6.2. Ujednolicony system wyrażania niepewności	204
6.3. Wyrażanie niepewności w szczególnych przypadkach.	214
6.4. Przykłady wyrażania i oceny niedokładności.	217
Literatura	230
7. Wstępne opracowanie wyników kalibracji	233
7.1. Wygładzanie sygnałów	234
7.2. Cenzurowanie wyników pomiarów	252
7.3. Uzupełnianie, normalizacja, standaryzacja i monodystansowanie wyników wzorcowania.	260
Literatura	267
8. Procedury estymacji charakterystyk	271
8.1. Liniowa charakterystyka przyrządu i stała wariancja błędów.	272
8.2. Liniowa charakterystyka przyrządu, odchylenie standardowe błędów proporcjonalne do x	278
8.3. Liniowa charakterystyka przyrządu, odchylenie standardowe błędów zmienne	284
8.4. Wzorzec obciążony błędem	291
8.5. Procedury estymacji charakterystyk nieliniowych	296
8.6. Metoda regresji nieliniowej	304
8.7. Zalecenia praktyczne.	307
Literatura	310

9. Procedury estymacji odporne na błędy grube	312
9.1. Procedury cenzurowania przy estymacji charakterystyki	312
9.2. Estymacja odporna	314
9.2. Estymacja medianowa	319
Literatura	327
10. Procedury estymacji charakterystyk wielowymiarowych	328
10.1. Wprowadzenie	328
10.2. Analiza planów eksperymentu kalibracji	331
10.3. Złożone metody regresji	342
Literatura	349
11. Komputeryzacja procedur kalibracji i obsługi laboratorium	352
11.1. Kalibratory i przykłady stanowisk do wzorcowania	353
11.2. Komputerowa obsługa laboratorium	362
11.3. Przykład organizacji systemu komputerowej obsługi akredytowanego laboratorium wzorcującego	373
Literatura	395
12. Sprawdzanie (walidacja) metod badania i wzorcowania	397
12.1. Ogólne zasady walidacji	397
12.2. Badania równorzędności metod pomiarowych	401
12.3. Badania odporności metod badawczych na czynniki zewnętrzne	404
12.4. Walidacja metod analitycznych	408
12.5. Wewnętrzna kontrola jakości w laboratorium analitycznym	419
Literatura	430
13. Badania międzylaboratoryjne procedur wzorcowania	434
13.1. Podstawowe pojęcia	434
13.2. Przygotowanie programu testowania metody pomiarowej	436
13.3. Estymacja precyzji metody pomiarowej w warunkach odtwarzalności	442
13.4. Przykład estymacji precyzji metody pomiarowej w chemii analitycznej	456
13.5. Badanie biegłości	460
Literatura	475
14. Laboratoria akredytowane, prawna kontrola metrologiczna i ocena zgodności	478
14.1. System prawnej kontroli metrologicznej oraz system oceny zgodności	478
14.2. System oceny zgodności przyrządów pomiarowych z wymaganiami Dyrektyw UE	482
14.3. Laboratoria wzorcujące i ich szczególne cechy	495
14.4. Zasady działania jednostek akredytujących laboratoria	499
14.5. Międzynarodowy nadzór i współpraca laboratoriów wzorcujących	503
14.6. Proces akredytacji laboratorium wzorcującego	507

14.7. Zakresy akredytacji i kompetencje techniczne laboratoriów wzorcujących .	510
14.8. Systemy zarządzania (systemy jakości) laboratoriów wzorcujących.	522
Literatura	527
Załącznik: Przykład Księgi Jakości Laboratorium spełniającego wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005	533
Objaśnienia i uwagi wstępne	534
0. Prezentacja KJ	539
1. Definicje	540
2. Opis Laboratorium	543
3. Zarządzanie Laboratorium	545
4. System Zarządzania Jakością	549
5. Pomieszczenia i środowisko	554
6. Sprzęt badawczy i pomiarowy	556
7. Metody pracy laboratoryjnej	559
8. Tryb realizacji zamówień	561
9. Rozpatrywanie reklamacji	563
10. Prowadzenie i nadzorowanie dokumentacji	565
Procedura 01. Procedura zakupu i wprowadzenia do eksploatacji sprzętu badawczego i pomiarowego	566
Procedura 02. Procedura gospodarki sprzętem badawczym i pomiarowym	567
Procedura W1. Procedura wzorcowania	568
Słownik skrótów	571
Skorowidz	577