

## ZASTOSOWANIE KALIBRATORÓW DO ADIUSTACJI, WZORCOWANIA I SPRAWDZANIA URZĄDZEŃ

**Andrzej Olencki**

Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski  
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50  
e-mail: A.Olencki@iie.uz.zgora.pl

### STRESZCZENIE

Uporządkowano terminologię oraz podano matematyczne i algorytmiczne podstawy procesów adiustacji, wzorcowania i sprawdzania narzędzi pomiarowych i urządzeń kontrolno-pomiarowych. Opracowano algorytm utrzymania wysokiej jakości narzędzi pomiarowych, obejmujący etapy ich produkcji, użytkowania i badań laboratoryjnych, w którym zwrócono uwagę na możliwości decyzyjne użytkownika narzędzi pomiarowych, w szczególności kalibratorów.

### 1. NARZĘDZIA POMIAROWE I URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE

Wszystkie narzędzia pomiarowe oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe należy adiustować, wzorcować i sprawdzać, zarówno w procesie produkcji, jak i w czasie eksploatacji (użytkowania).

Narzędzia pomiarowe [1] to urządzenia techniczne przeznaczone do:

- wykonywania pomiarów (przyrządy pomiarowe, przetworniki pomiarowe, układy i systemy pomiarowe) lub
- odtwarzania wielkości fizycznych (wzorce).

Często, nawet w ważnych dokumentach normalizacyjnych [2], narzędzia pomiarowe nazywane są przyrządami pomiarowymi, w pracy przyjęto terminologię stosowaną w dotychczasowej praktyce [1] jako bardziej spójną. Przyrządy pomiarowe są to urządzenia przeznaczone do wykonywania pomiarów. Przetworniki pomiarowe są to urządzenia przetwarzające, zgodnie z określonym prawem, wielkość wejściową na wielkość wyjściową. Układ pomiarowy czy system pomiarowy jest to zbiór przyrządów i/lub przetworników pomiarowych i innych zestawionych urządzeń, przeznaczony do wykonywania pomiarów. Wzorce są to urządzenia, układy lub systemy przeznaczone do odtwarzania jednostki miary.

Urządzenia kontrolno-pomiarowe są to urządzenia przeznaczone do określania stopnia zgodności stanu obiektu z ustalonym wymaganiem – „normą” [3]. W najprostszym przypadku urządzenie to składa się z przetworników pomiarowych, układu porównania i urządzenia

decyzyjnego, które wydaje jakościową informację – wniosek o znajdowaniu się obiektu w normie lub poza normą. Przykładami takich urządzeń mogą być regulatory procesów przemysłowych [4] i urządzenia automatyki zabezpieczeniowej [5].

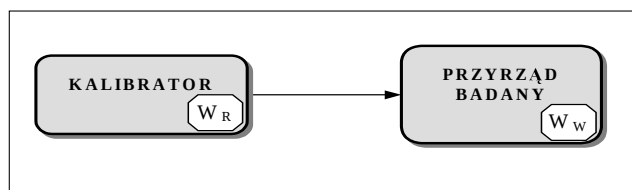
## 2. ADIUSTACJA, WZORCOWANIE I SPRAWDZANIE PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH

Adiustacja [2] to czynność mająca na celu doprowadzenie narzędzia pomiarowego (lub urządzenia kontrolno-pomiarowego) do stanu działania odpowiadającego jego przeznaczeniu. W przypadku adiustacji przyrządów pomiarowych adiustowanych z zastosowaniem kalibratora w układzie przedstawionym na rys.1, celem adiustacji jest spełnienie następującego równania adiustacji przyrządu pomiarowego:

$$W_W \approx W_R \quad (1)$$

gdzie:  $W_W$  - wartość wielkości mierzonej wskazana przez przyrząd badany (adiustowany) – wskazanie przyrządu adiustowanego,

$W_R$  - wartość rzeczywista wielkości mierzonej określona na podstawie wskazań przyrządu kontrolnego (kalibratora) – wartość wielkości odtwarzana przez wzorzec.



Rys.1. Układ pomiarowy do adiustacji, wzorcowania i sprawdzania przyrządów pomiarowych

Wzorcowanie [2] przyrządu pomiarowego to zbiór operacji ustalających relację między wskazaniami przyrządu pomiarowego  $W_W$  a wartościami wielkości odtwarzanych przez wzorzec  $W_R$ . Wynik wzorcowania pozwala na wyznaczenie poprawek wskazań przyrządu pomiarowego i może być poświadczony w świadectwie wzorcowania lub protokole wzorcowania. Celem wzorcowania przyrządu w układzie przedstawionym na rys.1 jest wyznaczenie poprawki  $\Delta W_P$ , danej następującym równaniem wzorcowania przyrządu pomiarowego:

$$\Delta W_P = W_W - W_R \quad (2)$$

gdzie:  $W_W$  - wartość wielkości mierzonej wskazana przez przyrząd badany (wzorcowany) – wskazanie przyrządu wzorcowanego.

Sprawdzanie dokładności przyrządu pomiarowego to zbiór operacji ustalających relację między różnicą wskazań przyrządu pomiarowego  $W_W$  i wartościami wielkości odtwarzanych przez wzorzec  $W_R$  a ustalonym wymaganiem – dopuszczalnym błędem  $\Delta W_{DOP}$  lub

dopuszczalną niepewnością. Celem sprawdzania przyrządu w układzie przedstawionym na rys.1 jest ustalenie, czy jest spełniony warunek zgodności z wymaganiem:

$$|W_W - W_R| \leq \Delta W_{DOP} \quad (3)$$

gdzie:  $W_W$  - wartość wielkości mierzonej wskazana przez przyrząd badany (sprawdzany) – wskazanie przyrządu sprawdzanego,

$\Delta W_{DOP}$  – dopuszczalny błąd przyrządu sprawdzanego.

### 3. ALGORYTM UTRZYMANIA WYSOKIEJ JAKOŚCI NARZĘDZI POMIAROWYCH

Stosowanie procedur adiustacji, wzorcowania i sprawdzania, przeprowadzanych zgodnie z algorytmem przedstawionym na rys.2, pozwala utrzymać wysoką jakość narzędzi pomiarowych stosowanych przez użytkownika.

Producent montuje urządzenie, po czym poddaje je adiustacji zgodnie z instrukcją adiustacji, w której są wyszczególnione punkty kontrolne, elementy regulacyjne i wymagany stopień przybliżenia równania adiustacji (1). Wzorcowanie, które jest wykonywane zgodnie z ustaloną procedurą wzorcowania, dla wyszczególnionych punktów kontrolnych, pozwala wyznaczyć poprawki zgodnie z równaniem wzorcowania (2). Następnie producent sprawdza, czy spełniony jest warunek producenta  $WP=OK$  zgodności z wymaganiem, opisany następującym wyrażeniem:

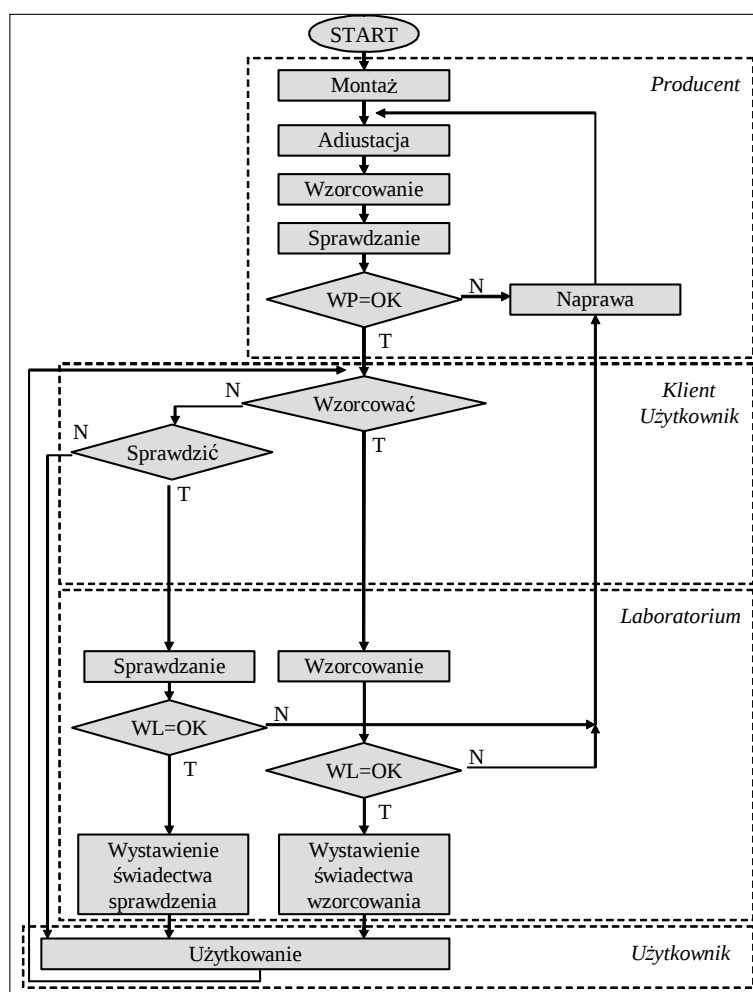
$$|W_W - W_R| \leq K_Z \cdot \Delta W_{DOP} \quad (4)$$

gdzie:  $K_Z$  – współczynnik zapasu, stosowany przez producenta, który zwyczajowo przyjmuje wartości z zakresu 0,3...0,6.

W przypadku niespełnienia warunku (4), niesprawne urządzenie jest kierowane do naprawy. W przypadku spełnienia warunku (4), sprawne urządzenie jest oferowane klientowi.

Przed dokonaniem zakupu klient decyduje o potrzebie wzorcowania lub sprawdzenia urządzenia w uprawnionym laboratorium. Klient decyduje też o wyborze laboratorium – może to być zarówno laboratorium producenta urządzeń, jak i laboratorium niezależne od producenta. W obu przypadkach laboratorium powinny spełniać wymagania norm [6] oraz badać urządzenia zgodnie z opracowanymi procedurami wzorcowania. Przy wymaganiu świadectwa wzorcowania, wykonywane jest wzorcowanie z wyznaczeniem poprawki wg równania (2) i sprawdzanie spełnienia warunku laboratorium  $WL=OK$  zgodności z wymaganiem (3). Przy wymaganiu świadectwa sprawdzenia, wykonywane jest wzorcowanie i sprawdzenie spełnienia warunku laboratorium  $WL=OK$  zgodności z wymaganiem (3). Przy spełnieniu wymagania (3) w badanych punktach kontrolnych, wystawiane jest odpowiednio świadectwo wzorcowania lub świadectwo sprawdzenia. Świadectwa wzorcowania, zgodnie z [6], zawierają wyniki pomiarów  $W_W$  wraz

z niepewnością pomiarów i/lub stwierdzenie zgodności z określoną specyfikacją metrologiczną. Świadczenia sprawdzenia zawierają tylko stwierdzenie zgodności z określoną specyfikacją metrologiczną. Oba świadectwa są bezterminowe. Użytkownik decyduje o potrzebie ponownego okresowego wzorcowania lub sprawdzenia użytkowanego urządzenia w zależności od wewnętrznych własnych procedur i zleca te czynności uprawnionemu laboratorium albo bezpośrednio, albo przez producenta.



Rys.2. Algorytm utrzymania wysokiej jakości narzędzi pomiarowych

#### 4. ZAKOŃCZENIE

W latach 2003/2004 nastąpiły duże zmiany formalne i organizacyjne w zakresie utrzymania jakości narzędzi pomiarowych. Dotychczasowe terminowe świadectwa uwierzytelnienia zastąpiono bezterminowymi świadectwami wzorcowania z obligatoryjnym podawaniem niepewności pomiaru. Ze względu na bezterminowość tych świadectw, użytkownik narzędzi pomiarowych na własną odpowiedzialność podejmuje decyzje o okresach kolejnych wzorcowań lub sprawdzeń, zgodnie z ustalonymi wewnętrznymi procedurami. Niektóre zadania realizowane przez Główny Urząd Miar, np. uwierzytelnienie narzędzi pomiarowych, przejmują niezależne laboratoria pomiarowe działające wg nowych uwarunkowań prawnych.

Uporządkowanie terminologii, sprecyzowanie matematycznych formuł procesów adiustacji, wzorcowania i sprawdzania oraz opracowanie algorytmu utrzymania wysokiej jakości narzędzi pomiarowych powinno pomóc użytkownikom narzędzi w podejmowaniu właściwych decyzji w zakresie możliwości okresowej weryfikacji wiarygodności posiadanych narzędzi.

#### LITERATURA

- [1] A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: *Metrologia elektryczna*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 2000
- [2] *Międzynarodowy słownik podstawowych i ogólnych terminów metrologii*. Główny Urząd Miar. Warszawa, 1996
- [3] P. P. Ornatskij: *Teoreticzeskije osnovy informacionno-izmeritelnoj tiechniki*. Wyssza Szkoła. Kijów, 1976
- [4] *Regulatory do procesów przemysłowych*. Pracownia wydawnicza Lumel. Zielona Góra, 2001
- [5] *Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa*. Południowy Zakład Automatyki i Zabezpieczeń Energoefekt. Ruda Śląska, 2004
- [6] *Ogólne wymagania dotyczące laboratoriów wzorcujących i pomiarowych*. Norma PN-EN ISO/IEC 17025: 2001