

Maciej SZUMSKI

16-001 KLEOSIN, IGNATKI 27A (PLUM SP.Z O.O.)

Metrologia prawna w praktyce – pomiary ilości gazu**mgr inż. Maciej SZUMSKI**

Maciej Szumski ukończył Wydział Elektroniki Politechniki Warszawskiej w 1980 roku i jest właścicielem firmy PLUM, istniejącej od 1986 roku, która jest największym w Polsce producentem elektronicznego sprzętu pomiarowego dla gazownictwa. W skład firmy wchodzi Akredytowane Laboratorium Wzorujące (AP074). Maciej Szumski jest wice-prezesa zarządu Izby Gospodarczej Gazownictwa. Jest także wykładowcą na studiach podyplomowych w Akademii Górniczo-Hutniczej i Politechnice Warszawskiej.



e-mail: maciej.szumski@plum.pl

Streszczenie

Referat jest próbą udowodnienia tezy, że produkcja przyrządu pomiarowego – z pozoru prostego przelicznika objętości do gazomierza – może zrodzić potrzebę posiadania Laboratorium Akredytowanego o wysokich możliwościach pomiarowych.

Słowa kluczowe: metrologia prawna, spójność pomiarowa, pomiary rozliczeniowe

The legal metrology in practice - measurement of the gas quantity**Abstract**

The paper is an attempt to prove that the production of the measuring instrument – seeming to be a simple volume corrector – may even demand to establish and maintain an Accredited Laboratory of high measurement capabilities.

Keywords: legal metrology, traceability, accounting measurement.

1. Pomiary gazu ziemnego

Czy pomiar ilości gazu ziemnego to prosty pomiar przemysłowy (prowadzony przy użyciu gazomierza i ewentualnie przelicznika objętości gazu) czy raczej bardzo złożony, wymagający od producenta nawet posiadania laboratorium akredytowanego o najwyższych możliwościach pomiarowych.

Dawniej posiadanie laboratorium wyposażonego w sprzęt pomiarowy najwyższej klasy było tylko domeną wyspecjalizowanych instytutów badawczych, państwowych urzędów miar, uczelni i innych placówek naukowych, stanowiących bardzo hermetyczne środowisko metrologów. Na zewnątrz tego świata jedyne, co można było w zakresie metrologii usłyszeć, to ustawicznie mylenie słowa „metrolog” z „meteorolog”. Pomiary przemysłowe sprowadzały się do prostych narzędzi o najniższych użytkowych parametrach.

Obecnie ze względu na wysokie wymagania rynku i normy ISO 9001 każdy zakład produkcyjny posiada swoje laboratorium (choćby w najmniejszej formie), w którym utrzymuje własne wzorce. Laboratorium takie stanowi źródło mocy (również prawnej) dla wykonywanych czynności, ponieważ gwarantuje, że wszystkie wyniki oczekiwane przez klienta są odniesione do wzorców państwowych, są godne zaufania dla samego producenta (wie on co naprawdę produkuje i jakie to zajmuje miejsce na świecie pod względem dokładności) i nikt nie będzie ich podważał.

Nie można obecnie wyprodukować przyrządu pomiarowego na szerszą skalę bez korzystania z usług laboratorium, a często zdarza się, że warunki postawione przez rynek oraz potrzeba zapewnienia pełnego, niepodważalnego zaufania do otrzymywanych wyników zmuszają do posiadania laboratorium akredytowanego.

Rozpatrzmy to na przykładzie przelicznika objętości gazu. Pozornie jest to proste urządzenie: musi zmierzyć ciśnienie, temperaturę lub, w przypadku współpracy z przetwornikami, określone wielkości elektryczne – prąd lub napięcie, a następnie w układzie mikroprocesorowym odpowiednio obliczyć wartość objętości, natężenia przepływu, energii itd.

➤ Jednak to „proste” urządzenie musi spełniać wymagania przepisów prawnych dotyczących kontroli metrologicznej (metrologia prawna), musi posiadać zatwierdzenie typu (odpowiednio wyposażone laboratorium gwarantuje skierowanie właściwie skonstruowanego przyrządu do badań i uniknięcie potrzeby ich powtarzania).

➤ Musi zostać zalegalizowane – w Polsce nie istniały do 2004 r. punkty legalizacji przeliczników do gazomierzy. W kwietniu 2004 ukazały się przepisy i producent który chciał takie przyrządy produkować musiał utworzyć punkt legalizacyjny (bo nie miały gdzie ich zalegalizować), czyli musiał spełnić dodatkowe wymagania [8]: między innymi posiadanie odpowiednich wzorców, zapewnienie spójności pomiarowej, posiadanie odpowiedniego pomieszczenia wydzielonego i klimatyzowanego, co jest konieczne ze względu na wymagane warunki odniesienia: $20 \pm 3 \text{ C}$, $RH=60 \pm 15$, które są trudne do osiągnięcia w inny sposób.

➤ Musi spełnić wymagania przeciwwybuchowości – oznacza to konieczność specjalnej, iskrobezpiecznej konstrukcji. Wymagania iskrobezpieczeństwa stoją często w sprzeczności z wymaganiami metrologii.

➤ Musi pracować w całym zakresie temperatur roboczych: $-25^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$, i spełniać wymagania przepisów w zakresie dokładności w tych temperaturach. Zapewnia to tylko indywidualna kalibracja w komorach temperaturowych (np. parametry czujników ciśnienia silnie zależą od temperatury otoczenia).

➤ Producent musi zapewnić odpowiednią niepewność i wiarygodność fabrycznej kalibracji produkowanych urządzeń.

➤ Producent musi mieć certyfikowany (przez jednostkę notyfikowaną) system jakości ISO 9001 i podlegać nadzorowi jednostki notyfikowanej w zakresie modułów B+D zgodnie z dyrektywą ATEX.

2. Powody tworzenia laboratorium na wysokim poziomie możliwości pomiarowych (najmniejsze niepewności)

2.1. Zapewnienie odpowiedniej niepewności pomiarów wynikającej z przepisów m.in. [4],[8], [26], [2].

- 2.2. Zapewnienie spójności pomiarowej na poziomie bardziej dokładnych wzorców odniesienia i wykonywanie porównań międzylaboratoryjnych o mniejszych poziomach niepewności, co daje możliwość bardziej precyzyjnego określenia możliwości pomiarowych laboratorium (na tle innych laboratoriów).
- 2.3. Jeżeli sprawdzenie, np. coroczne w GUM wykaże, że nasz dokładny przyrząd – używany jako wzorzec roboczy do sprawdzeń produkowanych urządzeń - jest poza klasą, powstają poważne problemy (zgodnie z ISO 9001 należy wycofać podejrzaną partię przyrządów pomiarowych z rynku i powiadomić klientów). Dlatego należy okresowo sprawdzać wzorce poprzez kontrole bieżące. Jednak odniesienie do przyrządów o porównywalnych dokładnościach nie daje pewności, dlatego należy dysponować wzorcami odniesienia lepszymi od roboczych. To powoduje „lavinowe” narastanie wymagań na dokładność wzorców.
- 2.4. Czasem zdarza się (były wypadki w PLUM) że zewnętrzne laboratorium wzorcujące niesłusznie stwierdzi, że dany przyrząd wykazuje zbyt duże błędy i jeżeli producent nie ma możliwości weryfikacji tych wyników we własnym laboratorium to musi je uznać i ... (zgodnie z ISO) należy wycofać podejrzaną partię przyrządów pomiarowych z rynku oraz powiadomić klientów. Powoduje to ogromne koszty i narażenie wizerunku firmy. Jeżeli producent ma możliwość sprawdzenia to może po prostu zareklamować otrzymane wyniki nie narażając się na opisaną sytuację.
- 2.5. Możliwość sprawdzania wzorców roboczych o większej dokładności (szerszy zakres dokładności sprawdzanych przyrządów). Oprócz tego, jeżeli już mamy „dobre wyposażenie” pomiarowe możemy wprowadzić system zarządzania w laboratorium oparty na normie PN-EN 17025 [14] i uzyskać akredytację laboratorium.

3. Dobór wzorca roboczego i wzorca odniesienia

Podstawą rozważań jest błąd graniczny dopuszczalny przelicznika Δ_{dop} , narzucony przez normy lub wymagania klienta. Na podstawie Δ_{dop} , określamy niepewność wzorcowania toru pomiarowego przelicznika jako niepewność rozszerzoną ($P=95\%$, $k=2$) wynikającą z obowiązującej zależności: $U \leq 1/3 * \Delta_{dop}$. Na podstawie tego możemy dokonać doboru wzorca roboczego tak, aby spełnić warunek niepewności wzorcowania toru pomiarowego przelicznika. Główną rolę w niepewności wzorcowania przelicznika odgrywa błąd graniczny dopuszczalny przyrządu wzorcowego (ΔW) oraz niepewność wzorcowania przyrządu wzorcowego U_w .

Wymagania na przeliczniki są tak wysokie, że często musimy używać najlepszych wzorców roboczych dostępnych na rynku. Często zdarza się, że ΔW jest już blisko wymaganej granicy U , wtedy składnik U_w musi wynosić: $U_w \leq 1/3 * \Delta W$ aby U nie była zwiększana o więcej niż 5%. Ostatecznie wzorzec odniesienia musi zapewnić niepewność wzorcowania $U_w = 1/3 * 1/3 * \Delta_{dop}$, czyli około 10 razy lepiej i właśnie tu już dochodzimy do wzorców najwyższej klasy, czyli takich, jakimi dysponuje laboratorium firmy PLUM.

3.1. Przykład pomiaru ciśnienia w zakresie 80 – 700 kPa

Norma wymaga, aby Δ_{dop} wynosił 0,25% wartości wskazanej, co w podstawowym punkcie 100 kPa abs oznacza 0,25 kPa.

Niepewność wzorcowania toru pomiarowego przelicznika powinna spełniać warunek $U \leq 0,08\%$ (0,08 kPa). Jako wzorce robocze stosujemy jedno z najlepszych kalibratorów elektronicznych (Mensor, Druck), które mają błędy rzędu 0,01% zakresu na zakresie 700 kPa abs, co w podstawowym punkcie 100 kPa abs daje $\Delta W = 0,07$ kPa. Wynikająca stąd niepewność wzorcowania kalibratora roboczego to $U_w \leq 1/3 * \Delta_w = 0,0033\%$ zakresu. Najlepsze manometry wzorcowe obciążnikowo-tłokowe mają błąd rzędu 10 ppm wskazań. Jeżeli są wzorcowanie w Polsce w GUM (wzorzec odniesienia GUM ma 25 ppm) to można uzyskać około 30 ppm, czyli 0,003% wskazań, co w podstawowym punkcie 100 kPa abs daje $U_w = 0,003$ kPa. Zatem, z takim wzorcem spełniamy wymagania, jeżeli sami chcemy wzorcować swoje wzorce robocze do kalibracji przeliczników (a jest on jednym z najdokładniejszych na świecie).

3.2. Przykład pomiaru temperatury w zakresie -20 .. + 60 °C

Norma wymaga, aby Δ_{dop} wynosił 0,1°C w 0°C, czyli $U \leq 0,03$ °C. Błąd graniczny wzorca roboczego $\Delta W = 0,03$ °C można osiągnąć za pomocą termometrów cyfrowych wyższej klasy lub wzorcowych czujników Pt100 (U rzędu 0,01 °C) z pomiarem rezystancji np. za pomocą popularnego Kelithley 2001 (U pomiaru R 4W rzędu 7 mΩ). Niepewność wzorcowania wzorca odniesienia $U_w \leq 1/3 * \Delta W = 0,01$ °C. Uzyskanie niepewności stanowiska do wzorcowania termometrów, rzędu 0,01 °C ($U_w \leq 0,01$ °C) nie jest już takie proste, wymaga stosowania wyposażenia tzw. drugorzędowego laboratorium (termostaty kalibracyjne np. Hart o niepewnościach – związanych z gradientami - rzędu 0,005 °C, czujniki SPRT (Pt25) o U rzędu 0,001 °C, mostki rezystancyjne o $U \leq 1$ mΩ). Zakres akredytacji laboratorium Plum określa najlepszą możliwość pomiarową jako równą $U = 0,007$ °C (siedem milikelwinów) w metodzie porównawczej.

4. Powody uzyskania akredytacji laboratorium

- 4.1. Możliwość samodzielnego wzorcowania posiadanych wzorców. Jeżeli posiadamy wzorce (co wynika z p.1) to należy zgodnie z ISO 9001 wykonywać okresowo ich wzorcowanie i zapewnić spójność pomiarową wyników pomiarów. Można je wysłać do laboratoriów wzorcujących, ale wiąże się z tym konieczność częstego zdejmowania wzorca ze stanowiska (elektroniczne kalibratory przynajmniej raz w roku) i transportu (transport w przypadku wzorców o najwyższych parametrach jest niebezpieczny i kosztowny – zawsze własny, firmy spedycyjne nie mogą być stosowane).
- 4.2. Zaufanie do przedstawianych wyników. Często, nawet gdy producent posiada odpowiednie wzorce i zapewnia spójność pomiarową, pojawiają się głosy (np. konkurencji) próbujące podważyć jego wiarygodność, np. ze względu na stosowane metody pomiarowe i kompetencje personelu. Uznanie kompetencji technicznych laboratorium przez jednostkę akredytującą i ściśle wyznaczenie najlepszych możliwości pomiarowych laboratorium – sprawdzonych i potwierdzonych przez PCA zapobiega tym niekorzystnym zjawiskom.
- 4.3. Na podstawie przepisów [9] akredytacja laboratorium jest jednym z warunków otrzymania upoważnienia do legalizacji pierwotnej lub ponownej.

- 4.4. Prestiż i biznesowe korzyści z możliwości wzorcowania wyrobów organizacji macierzystej (niezależność od innych laboratoriów wzorcujących).

5. Wymagania prawne wobec przeliczników do pomiaru gazu

Wymagania prawne obowiązujące w stosunku do przyrządów pomiarowych stosowanych do rozliczania ilości gazu są dwojakie. Ze względu na okres przejściowy wdrażania dyrektywy MID obowiązują obecnie dotychczasowe przepisy dotyczące Zatwierdzenia Typu i legalizacji pierwotnej. Legalizacja ponowna dotyczy gazomierzy, natomiast została zniesiona w stosunku do przeliczników, co powoduje poważne problemy z naprawą przeliczników, gdyż nie można ich wtedy zalegalizować. Obecnie trwają konsultacje w tej sprawie pomiędzy Głównym Urzędem Miar a Izbą Gospodarczą Gazownictwa.

Dyrektywa dotycząca przyrządów pomiarowych jest powszechnie nazywana skrótem MID od angielskiej nazwy Measuring Instruments Directive. Zawiera ona wymagania zasadnicze oraz dopuszczalne moduły oceny zgodności. Przyrządy przeznaczone do pomiaru gazu ziemnego są opisane w załączniku MI-002. Załącznik ten dopuszcza następujące metody oceny zgodności z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy MID: **B+F, B+D i H1**.

Inne dyrektywy nowego podejścia, którym podlegają przyrządy pomiarowe, to:

1. 94/9/WE Potentially explosive atmospheres ATEX – dotyczy sprzętu stosowanego w atmosferze potencjalnie niebezpiecznej
2. 73/23/EEC Low Voltage Devices LVD – bezpieczeństwo użytkowania w zakresie ochrony od porażenia prądem elektrycznym
3. 97/23/EEC Pressure equipment PED – bezpieczeństwo użytkowania urządzeń ciśnieniowych (jak np. czujniki i przetworniki ciśnienia)
4. 89/336/EEC Electromagnetic compatibility EMC – kompatybilność elektromagnetyczna

6. Literatura

6.1. Przepisy prawne dotyczące legalizacji i wymagań dotyczących przeliczników

- [1] Ustawa z dnia 11 maja 2001r. – Prawo o miarach
- [2] Ustawa z dnia 15 grudnia 2006 r. o zmianie ustawy o systemie oceny zgodności oraz o zmianie niektórych innych ustaw
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 marca 2004r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać gazomierze oraz przeliczniki do gazomierzy
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 30 marca 2005r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli

- [6] Norma ZN-G-4007: 2001 Pomiary paliw gazowych. Urządzenia elektroniczne.
- [7] Norma PN-EN 12405-1: 2005 Gazomierze – Urządzenia przeliczające – Część 1: Przeliczanie objętości
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 12 stycznia 2005r. w sprawie tworzenia punktów legalizacyjnych
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 29 marca 2005r. w sprawie upoważnień do legalizacji pierwotnej lub legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych

6.2. Przepisy prawne dotyczące nowych zasad oceny zgodności

- [10] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002r. o systemie oceny zgodności
- [11] Ustawa z dnia 15 grudnia 2006 r. o zmianie ustawy o systemie oceny zgodności oraz o zmianie niektórych innych ustaw
- [12] Dyrektywa 2004/22/EC Parlamentu Europejskiego dotycząca przyrządów pomiarowych.
- [13] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych

6.3. Przepisy prawne dotyczące akredytacji

- [14] Norma PN-EN ISO/IEC 17025:2005 Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących
- [15] DA-01 OPIS SYSTEMU AKREDYTACJI
- [16] DA-08 PRAWA I OBOWIĄZKI AKREDYTOWANEGO PODMIOTU
- [17] DAP-04 AKREDYTACJA LABORATORIÓW WZORCUJĄCYCH WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE
- [18] DA-05 Polityka Polskiego Centrum Akredytacji dotycząca wykorzystywania badań biegłości/ porównań międzylaboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów
- [19] DA-06 Polityka Polskiego Centrum Akredytacji dotycząca zapewnienia spójności pomiarowej
- [20] ILAC-G8:1996 Wytyczne dotyczące oceny i przedstawiania zgodności ze specyfikacją (w oparciu o pomiary i badania laboratoryjne) – tłumaczenie PCA z 29.11.2006r.
- [21] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 listopada 2006r. w sprawie legalnych jednostek miar.
- [22] Przewodnik ISO/IEC 43-1/-2 Badanie biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne.

6.4. Przepisy związane z systemem zarządzania jakością ISO 9001 dotyczące wyposażenia pomiarowego

- [23] Norma PN-EN ISO 9001: 2001 Systemy zarządzania jakością. Wymagania
- [24] Norma PN-ISO 10012-1+Ap1 2001r. Wymagania dotyczące zapewnienia jakości wyposażenia pomiarowego.
- [25] Norma PN-EN ISO 10012 : 2004 Systemy zarządzania pomiarami. Wymagania dotyczące procesów pomiarowych i wyposażenia pomiarowego