

# Znaczenie wzorców jednostek miar w rozwoju gospodarki

**Dobrosława Sochocka**

Główny Urząd Miar, Zakład Promieniowania i Wielkości Wpływających

W związku z dynamicznym rozwojem współczesnej gospodarki światowej i związanym z tym rozwojem infrastruktury metrologicznej w referacie podjęto próbę przedstawienia znaczenia wzorców jednostek miar i ich rozwój w ostatnim okresie. Omówiono rolę wzorców w światowym systemie miar oraz znaczenie porozumienia o „Wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne”. Referat przedstawia omówione w dużym skrócie wzorce jednostek miar utrzymywane przez Główny Urząd Miar.

## The role of measurement standards in the economical development

Metrology is the science of measurement and its applications. Metrology comprises all theoretical and practical aspects of measurements, irrespective of the value of measurement uncertainty and the field of application. The fast development of the contemporary global economy based on innovative technologies poses new challenges to modern metrology. Economical progress requires reliable measurements and tests that are internationally accepted, so that they do not constitute a technical barrier to trade and industrial development. The prerequisite for reliability of measurements and tests is availability of the metrological infrastructure. One of the most important elements of that infrastructure are measurement standards of possibly highest accuracy. This paper presents measurement standards maintained in the Central Office of Measures and their role in the national metrological infrastructure.

## 1. Wprowadzenie

Sukcesy gospodarcze krajów zależą od zdolności wytwórczych przemysłu oraz dokładności wytwarzania i testowania produktów i ich komponentów. Systemy nawigacji satelitarnej i uniwersalny czas koordynowany, umożliwiają dokładne określenie położenia, a ogólnoswiatowe systemy sieci komputerowych pozwalają na lądowanie samolotów nawet w złych warunkach pogodowych. Ludzkie zdrowie zależy od możliwości postawienia właściwej diagnozy, dla której odpowiednio dokładne pomiary są coraz bardziej istotne. Konsument ma zaufanie do wskazań licznika energii elektrycznej i do paliwa dostarczanego mu przez dystrybutor. Tak, więc wszystkie formy fizycznych i chemicznych pomiarów wpływają na jakość życia.

## 2. Wzorce

Wzorce jednostek miar są jednym z narzędzi pozwalającym metrologii realizować jej zadania i pełnią znaczącą rolę w życiu gospodarczym krajów. Bez nich nie byłaby możliwa produkcja i wymiana towarowa. Wzorce pozwalają na jednoznaczne ustalanie relacji ilościowej pomiędzy produktami, ich ocenę i wycenę, a stale rosnąca dokładność odtwarzania jednostek miar umożliwia rozwój przemysłowy we wszystkich obszarach gospodarczych i wspiera postęp we wszystkich dyscyplinach związanych z naukami technicznymi i przyrodniczymi. Dlatego tak ważne jest utrzymywanie wzorców jednostek miar o najwyższej

dokładności pomiarowej, w każdym państwie pragnącym uczestniczyć w globalnym rozwoju cywilizacyjnym i dążącym do zapewniania swoim obywatelom powszechnego dobrobytu.

Metrologia określa wzorce jako urządzenia przeznaczone do definiowania, realizowania, zachowania lub odtwarzania jednostki miary jednej lub wielu wartości wielkości mierzonej i służące jako odniesienie. Wśród wzorców o najwyższej dokładności wyróżnia się państwowe wzorce jednostek miar i wzorce odniesienia. Przez wzorzec państwowy należy rozumieć wzorzec uznany urzędowo w danym kraju za podstawę do przypisywania wartości innym wzorcom jednostki miary danej wielkości, a przez wzorzec odniesienia wzorzec miary o najwyższej zazwyczaj jakości metrologicznej dostępny w danym miejscu lub danej organizacji, który stanowi odniesienie dla wykonywanych tam pomiarów. Wzorce te służą do przekazywania jednostki miary innym wzorcom i przyrządom pomiarowym wykorzystywanym w gospodarce narodowej. Zdolność powyższą określa się mianem spójności pomiarowej, bez której żaden wynik pomiaru nie może być uznany na świecie za zgodny z obowiązującym układem jednostek miar. Takim uniwersalnym, międzynarodowym systemem jest układ SI (Systeme International). Aby zapewnić spójność pomiarową wzorce należy porównywać w ramach porównań kluczowych i uzupełniających organizowanych przez Komitety Doradcze (CC), Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) lub Regionalne Organizacje Metrologiczne (RMO) na przykład w Europie: Europejskie Stowarzyszenie Krajowych Instytutów Metrologicznych (EURAMET). We współczesnej metrologii na podstawie wyników takich porównań ustala się wartości odniesienia dla wszystkich jednostek miar układu SI, które uznaje się za najbliższe realizacje dla przyjętych definicji tych jednostek. Ustala się również stopnie równoważności wzorców jednostek miar utrzymywanych w krajach biorących udział w porównaniach, potwierdzające ich równoważność pomiarową na arenie międzynarodowej, co wynika z realizacji międzynarodowego porozumienia o „Wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne (CIPM-MRA).

Porozumienie CIPM-MRA, podpisane przez sygnatariuszy 15 października 1999 r. w Paryżu, pozwoliło na określenie równoważności wzorców (załącznik B) oraz określenie najlepszych możliwości pomiarowych tzw. „tabel CMC” (załącznik C) do tego porozumienia. Do dnia dzisiejszego porozumienie MRA podpisało 71 krajów z całego świata.

Wzorce jednostek miar, świadectwa wzorcowania i świadectwa pomiarów uznawane są przez wszystkie krajowe instytucje krajów sygnatariuszy porozumienia. Podpisanie porozumienia CIPM-MRA jest kolejnym krokiem do zapewnienia jednolitości miar w świecie i ma kolosalne znaczenie między innymi dla ogólnoświatowej wymiany handlowej. Jednym z warunków uznawania wzorców jednostek miar danego kraju oraz wyników wzorcowań przez pozostałe kraje (sygnatariuszy CIPM MRA) jest wdrożenie i utrzymywanie przez krajową instytucję metrologiczną systemu zarządzania zgodnego z normą EN ISO/IEC 17025:2005.

Obecnie rozwój i utrzymywanie najdokładniejszych wzorców jednostek miar władze państwowe powierzają specjalnie do tego celu powołanym krajowym instytucjom metrologicznym (NMI). W Polsce rolę takiej instytucji na mocy Ustawy z dnia 11 maja 2001 r. „Prawo o miarach”, z późniejszymi zmianami, pełni Główny Urząd Miar (GUM).

### 3. Wzorce Głównego Urzędu Miar

Podstawowym zadaniem każdej krajowej instytucji metrologicznej jest rozwój i utrzymanie wzorców jednostek miar. Na mocy obwieszczeń Prezesa Głównego Urzędu Miar zostało ustanowionych 17 wzorców państwowych. W posiadaniu laboratoriów Głównego Urzędu Miar jest 15 z nich, a tylko dwa znajdują się w laboratoriach krajowych instytucji naukowych i badawczych: w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu oraz w Ośrodku Radioizotopów POLATOM w Świerku.

Państwowe wzorce jednostek miar utrzymywane w Głównym Urzędzie Miar:

- Państwowy wzorzec jednostki długości,
- Państwowy wzorzec jednostki kąta płaskiego,
- Państwowy wzorzec jednostki kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji płasko-spolaryzowanej fali świetlnej w widzialnym zakresie widma,
- Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła,
- Państwowy wzorzec jednostki strumienia świetlnego,
- Państwowy wzorzec jednostki światłości,
- Państwowy wzorzec jednostki masy,
- Państwowy wzorzec jednostki napięcia elektrycznego stałego,
- Państwowy wzorzec jednostki rezystancji (oporu elektrycznego),
- Państwowy wzorzec jednostki miary indukcyjności,
- Państwowy wzorzec jednostki pojemności elektrycznej,
- Państwowy wzorzec jednostek czasu i częstotliwości,
- Państwowy wzorzec jednostki gęstości,
- Państwowy wzorzec jednostki temperatury,
- Państwowy wzorzec jednostki pH.

### 4. Podsumowanie

Utrzymywanie wzorców zarówno państwowych jak i odniesienia ma wielkie znaczenie dla rozwoju nauki i innowacyjnej gospodarki w Polsce. Wzorce pozwalają na zachowanie spójności pomiarowej. Państwowe wzorce jednostek miar są zatem gwarantem spójności pomiarowej, bez której żaden użytkownik przyrządów pomiarowych w gospodarce narodowej nie mógłby mieć pewności, że wytwarzane lub sprzedawane przez niego produkty będą spełniały wymagania niezbędne do zapewnienia jakości oraz konkurencyjności na rynku krajowym i międzynarodowym.

Jak ważnym jest utrzymywanie i rozwój wzorców na najwyższym poziomie metrologicznym niech świadczy fakt, że dwudziesta trzecia Generalna Konferencja Miar, która odbyła się w październiku 2007 roku podjęła w dwunastej rezolucji decyzję o udoskonaleniu międzynarodowego układu miar SI poprzez realizację podstawowych jednostek miar w oparciu o stałe fizyczne. Redefinicji poddane będą: kilogram (kg), amper (A), kelvin (K) i mol (mol), które zdefiniowane będą w oparciu o dokładniej wyznaczone stałe fizyczne:

- stałą Plancka:  $h = 6,6260693(11) \cdot 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$
- stałą Avogadro:  $N_A = 6,0221415(10) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- stałą Boltzmanna:  $k = 1,3806505(24) \cdot 10^{-23} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$ .

## Literatura

- [1] A. Wallard: *News from the BIPM – 2009*. Metrologia 47 (2010), s. 103-111.
- [2] *NMIs and other designated institutes*. CIPM 2005 – dokument BIPM.
- [3] K. Patej: *Stanowisko państwowego wzorca jednostki miary współczynnika załamania światła*. Materiały konferencji PPM, Ustroń 14 – 17 maja 2006.
- [4] E. Dudek, E. Michniewicz, D. Sochocka: *Kwantowa realizacja jednostki miary napięcia elektrycznego*. Elektronika, wyd. maj 2006.
- [5] A. Czubla, J. Konopka, J. Nawrocki: *Realization of atomic SI second definition in the context of UTC(PL) and TA(PL)*. Metrology and Measurement Systems, vol. 13, nr 2(2006).
- [6] Z. Ramotowski, J. Walczuk: *Państwowy wzorzec jednostki miary długości jako przykład praktycznej realizacji metra*. Metrologia. Biuletyn Informacyjny GUM nr 4(8), 2007.
- [7] E. Grudniewicz: *Państwowy wzorzec jednostki miary temperatury*. Metrologia. Biuletyn Informacyjny GUM, nr 3(11), 2008.