

Dobrosława SOCHOCKA

GŁÓWNY URZĄD MIAR,
ul. Elekoralna 2, 00-139 Warszawa

Znaczenie wzorców jednostek miar w rozwoju gospodarki

Mgr inż. Dobrosława SOCHOCKA

Ukończyła studia politechniczne na kierunku metrologia i automatyka. Od roku 1980 pracuje w Głównym Urzędzie Miar przez długie lata w Laboratorium Wzorców Napięcia I Oporu Zakładu Metrologii Elektrycznej. Obecny zakres działalności związany jest z koordynacją współpracy naukowej z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi, między innymi w ramach Europejskiego Programu badań Naukowych w Metrologii. Koordynator programu iMERA w Głównym Urzędzie Miar.

e-mail: d.sochocka@gum.gov.pl

**Streszczenie**

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, świadectw wzorcowania i świadectwa pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne” Referat przedstawia omówione w dużym skrócie wzorce jednostek miar utrzymywane przez Główny Urząd Miar i ich rolę w krajowym systemie miar.

Słowa kluczowe: metrologia, wzorce, wzorce odniesienia.

The role of measurement standards in the economical development**Abstract**

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. Because the Mutual Recognition Arrangement is a response to a growing need for an open, transparent and comprehensive scheme to give users reliable quantitative information on the comparability of national metrology services, its role is presented in this paper.

Keywords: metrology, measurement standards, reference standards.

1. Wprowadzenie

Metrology is the science of measurement, embracing both experimental and theoretical determinations at any level of uncertainty in any field of science and technology (BIPM).

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 ogólnie światowe 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 dystrybu-

tor. 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 możliwa byłaby produkcja i wymiana towarowa. Wzorce pozwalają na jednoznaczne ustalenie 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 (Système 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, świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne (CIPM-MRA).

Porozumienie CIPM-MRA podpisane przez sygnatariuszy 15 października 1999 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 podpisały 71 kraje 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 w laboratoriach krajowych instytucji naukowych i badawczych: Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu oraz Ośrodku Radioizotopów POLATOM w Świerku.

3.1. Państwowy wzorzec jednostki długości

Utrzymywanie stanowiska państwowego wzorca jednostki długości na właściwym poziomie jest niezbędne w celu zapewnienia spójności pomiarowej dla pomiarów długości oraz dla licznych dziedzin pomiarowych z nią związanych. Stanowisko państwowego wzorca jednostki długości jest jedynym tego typu w kraju i obecnie jednym z najnowocześniejszych stanowisk pomiarowych na świecie. Stanowisko umożliwia pomiar częstotliwości, a tym samym wyznaczenie długości fali promieniowania głowic interferometrów laserowych stosowanych powszechnie do najdokładniejszych pomiarów długości z niepewnością rzędu $1 \cdot 10^{-9}$. Dzięki wysokiej stabilności posiadanego lasera („mise en pratique”) stabilizowanego jodem (o stabilności rzędu $5 \cdot 10^{-11}$) oraz udziałowi w porównaniach międzynarodowych, które pozwalają na powiązanie państwowego wzorca jednostki długości z międzynarodowym systemem miar, zagwarantowany jest wysoki poziom realizacji i przekazywania jednostki długości na wzorce niższego rzędu. Zainstalowanie w roku 2007 syntezy pozwala na rozszerzenie zakresu pomiarowego, umożliwiając wzorcowania laserów oraz innych źródeł promieniowania z zakresu widma fal widzialnych (np. lasery o długości fali promieniowania 532 nm - spektrum zielone, 612 nm - spektrum pomarańczowe, czy 633 nm - spektrum czerwone) wykorzystywanych w interferometrach laserowych, jak i podczerwieni (np. światłowodowe diody laserowe).

3.2. Państwowy wzorzec jednostki kąta płaskiego

Państwowy wzorzec jednostki kąta płaskiego składa się obecnie z trzech stanowisk pomiarowych. Dwa z nich obejmują zakres kąta pełnego (360°), trzeci – to generator małych kątów umożliwiający realizację kąta pochylecia w zakresie $\pm 40'$ z rozdzielczością 0,01". Generator małych kątów wykorzystywany jest do wzorcowania autokolimatorów fotoelektrycznych i poziomnic elektronicznych. Na stanowiskach państwowego wzorca jednostki kąta płaskiego wykonywane są pomiary związane z zapewnieniem spójności pomiarowej dla, między innymi laboratoriów terenowej administracji miar, laboratoriów akredytowanych, laboratoriów wojskowych, laboratoriów jednostek naukowo-badawczych i badawczo-rozwojowych, laboratoriów instytutów naukowych, laboratoriów urzędów dozoru, laboratoriów przemysłowych. Na stanowisku państwowego wzorca jednostki kąta płaskiego wykonywane są także pomiary w ramach porównań międzynarodowych.

3.3. Państwowy wzorzec jednostki kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji płasko-spolaryzowanej fali świetlnej w widzialnym zakresie widma

Stanowisko państwowego wzorca składa się z kompletu pięciu kwarcowych płytek kontrolnych o zakresie pomiarowym: w skali kątowej ($-10 \div +40^\circ$) i w skali cukrowej ($-25 \div +100^\circ$), w temperaturze 20°C i długości fali 546,3 nm. Kwarcowe płytki kontrolne służą do wzorcowania polarymetrów wizualnych i fotoelektrycznych, stosowanych do wyznaczania wartości kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji wzorców polarymetrycznych. Za pomocą tych płytek wzorcowane są polarymetry fotoelektryczne i wizualne. Niepewność rozszerzona wynosi: dla polarymetrów fotoelektrycznych – 0,001°, dla polarymetrów wizualnych – 0,03°. Państwowy wzorzec jednostki kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji płasko-spolaryzowanej fali świetlnej w widzialnym zakresie widma zapewnia spójność pomiarową w zakresie pomiarów polarymetrycznych dla laboratoriów m.in. inspekcyjnych, izb celnych, laboratoriów przemysłowych.

3.4. Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła

Stanowisko stanowią: goniometr-spektrometr II UV-VIS-IR z wyposażeniem, dwa pryzmaty równoboczne oraz dwa pryzmaty wnikowe do pomiaru współczynnika załamania światła cieczy. Stanowisko stosowane jest do wyznaczania wartości współczynnika załamania światła ciał stałych i ciekłych (stałych i ciekłych wzorców refraktometrycznych) w zakresie $1,300000 \div 1,900000$ z niepewnością rozszerzoną, przy $k = 2$, rzędu $3 \cdot 10^{-6}$. Współczynnik załamania światła wyznaczany jest metodą goniometryczną na podstawie pomiarów kąta łamiącego pryzmatu i kąta najmniejszego odchylenia. Wzorcowanie wykonywane jest w zakresie światła widzialnego ($405 \div 656$) nm. Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła zapewnia spójność pomiarową dla wszystkich pomiarów z zakresu refraktometrii oraz stwarza możliwości wytwarzania certyfikowanych materiałów odniesienia – wzorców refraktometrycznych. Wzorzec ten zapewnia spójność pomiarową, między innymi dla laboratoriów izb celnych, laboratoriów inspekcyjnych laboratoriów instytutów naukowych i naukowo-badawczych, laboratoriów przemysłowych.

3.5. Państwowy wzorzec jednostki strumienia świetlnego

Państwowy wzorzec jednostki miary strumienia świetlnego składa się z pięciu fotometrycznych lamp żarowych firmy Toshiba typu PS 95 o wartości nominalnej napięcia elektrycznego 100V i mocy 200W, o niepewność względną 0,01. Na stanowisku państwowego wzorca jednostki miary strumienia świetlnego wykonywane są pomiary związane z zapewnieniem spójności pomiarowej dla przemysłu źródeł światła, przemysłu motoryzacyjnego, instytutów badawczych przemysłu elektrotechnicznego i przemysłu motoryzacyjnego. Na stanowisku państwowego wzorca jednostki miary strumienia świetlnego wykonywane są także pomiary w ramach porównań międzynarodowych, które umożliwiają powiązanie wzorca z międzynarodowym systemem miar.

3.6. Państwowy wzorzec jednostki światłości

Państwowym wzorcem jednostki miary światłości jest grupa pięciu fotometrycznych lamp żarowych o wartości nominalnej napięcia elektrycznego 100V i mocy 200W o niepewność względną 0,01. Utrzymywanie państwowego wzorca jednostki miary światłości jest niezbędne w celu zapewnieniu spójności pomiarowej dla wszystkich pomiarów z zakresu fotometrii. W oparciu o państwowy wzorzec jednostki miary światłości wykonuje się

wzorcowania wzorców pośredniczących światłości oraz wzorców odniesienia światłości. Wzorce odniesienia światłości są używane do wzorcowania luksomierzy, mierników luminancji, wzorców luminancji, kolorymetrów trójchromatycznych, mierników NDT światła białego, kalibratorów fotometrycznych oraz użytkowych wzorców światłości. Na stanowisku państwowego wzorca jednostki miary światłości wykonywane są także pomiary w ramach porównań międzynarodowych.

3.7. Państwowy wzorzec jednostki masy

Państwowy wzorzec jednostki masy – prototyp kilograma nr 51 wykonany ze stopu platyny i irydu (90% Pt, 10% Ir) w kształcie walca o średnicy podstawy równej jego wysokości (ok. 39 mm), porównywany jest okresowo z wzorcem międzynarodowym. Międzynarodowe porównania państwowych wzorców masy 1 kg przeprowadzono w Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM) w latach 1988 – 1992. Masa polskiego prototypu, wyznaczona w 1990 r., wynosiła $1\text{ kg} + 227 \cdot 10^{-9}\text{ kg}$ ze złożoną niepewnością standardową $2,3 \cdot 10^{-9}\text{ kg}$. Kilogram jest jednostką podstawową układu SI. Jednostka masy przekazywana jest poprzez wzorcowanie wzorców masy do laboratoriów terenowej administracji miar, laboratoriów przemysłowych. Pomiarami związanymi ze ścieżką spójności pomiarowej pochodzącej od wzorca masy są zainteresowane wszystkie obszary gospodarki oraz ochrona środowiska, ochrona zdrowia, handel, transport, logistyka.

3.8. Państwowy wzorzec jednostki napięcia elektrycznego stałego

Wzorzec jednostki miary napięcia elektrycznego stałego jest układem pomiarowym składającym się z wzorca pierwotnego opartego na zjawisku Josephsona ze złączem o napięciu znamionowym 10 V oraz systemu pomiarowego do kontroli charakterystyk i kalibracji. Wartość niepewności rozszerzonej względnej odtworzenia jednostki miary przy poziomie ufności 95 % ($k=2$) wynosi $U=5 \cdot 10^{-9}$. Jest to wzorzec pierwotny wykorzystujący efekt kwantowy, będący obecnie najlepszą realizacją jednostki miary napięcia elektrycznego na świecie. Wzorzec stanowi odniesienie dla wszystkich pomiarów napięcia wykonywanych w kraju w różnych dziedzinach gospodarki państwa. Uczestniczy w porównaniach międzynarodowych: pośrednich i bezpośrednich. Utrzymywanie wzorca umożliwia, między innymi, wykonywanie bardzo dokładnych pomiarów związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa. Ponadto zaspokajają zapotrzebowania klientów w następujących działach gospodarki: przemysłem, transportem, łącznością, handlem. Ma również duże znaczenie dla rozwoju polskiej nauki.

3.9. Państwowy wzorzec jednostki rezystancji (oporu elektrycznego)

Wzorzec jednostki miary rezystancji jest układem pomiarowym składającym się grupy sześciu oporników wzorcowych o wartości nominalnej rezystancji 1Ω umieszczonych w wannie olejowej o stabilizowanej temperaturze oleju oraz z komparatora prądowego. Wartość niepewności rozszerzonej względnej odtworzenia jednostki miary przy poziomie ufności 95 % ($k=2$) wynosi $U=3 \cdot 10^{-8}$. Wzorzec stanowi odniesienie dla wszystkich pomiarów rezystancji wykonywanych w kraju. Utrzymywanie wzorca umożliwia wykonywanie bardzo dokładnych pomiarów związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa. Ponadto zaspokajają zapotrzebowania klientów, między innymi, w takich działach gospodarki jak przemysł, transport, łączność.

3.10. Państwowy wzorzec jednostki indukcyjności

Wzorzec jednostki miary indukcyjności jest układem pomiarowym składającym się grupy czterech cewek indukcyjnych o war-

tości nominalnej indukcyjności 10 mH oraz z precyzyjnych komparatorów i mostków. Wartość niepewności rozszerzonej względnej odtworzenia jednostki miary przy poziomie ufności 95 % ($k=2$) wynosi $U=40 \cdot 10^{-6}$ dla częstotliwości 1000 Hz. Wzorzec stanowi odniesienie dla wszystkich pomiarów indukcyjności wykonywanych w kraju. Utrzymywanie wzorca umożliwia wykonywanie bardzo dokładnych pomiarów związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa. Wspomaga rozwój takich działań gospodarki jak: przemysł, transport, łączność.

3.11. Państwowy wzorzec jednostki pojemności elektrycznej

Wzorzec jednostki pojemności elektrycznej jest układem pomiarowym składającym się grupy czterech termostatyzowanych kondensatorów z dielektrykiem kwarcowym, o wartości nominalnej pojemności elektrycznej 10 pF oraz precyzyjnych mostków transformatorowych. Wartość niepewności rozszerzonej względnej odtworzenia jednostki miary przy poziomie ufności 95 % ($k=2$) wynosi $U=0,5 \cdot 10^{-6}$ dla częstotliwości 1000 Hz i 1592 Hz. Wzorzec stanowi odniesienie dla wszystkich pomiarów pojemności elektrycznej wykonywanych w kraju. Utrzymywanie wzorca umożliwia wykonywanie bardzo dokładnych pomiarów związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa. Działy gospodarki takie jak: przemysł, transport, łączność wykorzystują w szerokim zakresie odniesienie do tego wzorca.

3.12. Państwowy wzorzec jednostek czasu i częstotliwości

Wzorzec stanowi zespół atomowych wzorców czasu i częstotliwości (zegarów atomowych) wraz z systemami do porównań wewnętrznych (bezpśrednich) i zewnętrznych (zdalnych). Wzorzec odtwarza jednostki miary czasu i częstotliwości poprzez generację wzorcowych sygnałów sinusoidalnych a także poprzez lokalną fizyczną realizację skali czasu UTC (międzynarodowej atomowej skali czasu uniwersalnego koordynowanego) – oznaczanej jako UTC(PL). Skala czasu UTC(PL) jest podstawą do wyznaczania czasu urzędowego w Polsce i zachowania spójności pomiarowej z międzynarodowym systemem miar. Wyznaczanie i utrzymywanie czasu urzędowego oraz państwowej skali czasu UTC(PL) jest niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania praktycznie każdej dziedziny gospodarki, państwa i społeczeństwa ze względu na powszechność stosowania czasu urzędowego, zarówno w sferze publicznej jak i prywatnej. Wyznaczanie i utrzymywanie czasu urzędowego jest również niezbędne ze względu na konieczność prowadzenia ciągłej i zgodnej z systemem międzynarodowym rachuby czasu.

3.13. Państwowy wzorzec jednostki gęstości

Gęstość jest podstawowym parametrem określającym naturę fizyczną gazów, cieczy i ciał stałych. Wzorcem jest wykonany z monokryształu krzemu prostopadłościan WASO 9.2 o wymiarach 28mm x 39mm x 60 mm i masie 153 g. W 2003 r. zakupiono 1 kg kulę krzemową SILO2, produkcji włoskiej, która jest wzorcem wtórnym i została wyzorcowana w PTB względem wzorców pierwotnych. Po modernizacji zastąpi wzorzec WASO 9.2. Posiadanie tych wzorców pozwala na powiązanie z układem jednostek miar i wielkości SI. Pomiary gęstości wykonuje się z w temp. 20°C i przy ciśnieniu 10^5 Pa , $2,3290889\text{ g/cm}^3$ z niepewnością $0,0000020\text{ g/cm}^3$. Pomiary gęstości wykonuje w wielu dziedzinach nauki i przemysłu w celu określenia właściwości materiałów, parametrów procesów technologicznych, ilości i jakości produktów, m.in. w przemyśle spirytusowym, browarniczym, petrochemicznym, chemicznym, farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym; w Izbach Celnym.

3.14. Państwowy wzorzec jednostki temperatury

Temperatura jest najczęściej mierzoną wielkością fizyczną (ponad 50 % pomiarów wszystkich wielkości fizycznych), a jej jednostka kelwin jest jednostką podstawową układu SI. Stanowisko wzorca pozwala na odtwarzanie definicyjnych punktów stałych Międzynarodowej Skali Temperatury z 1990 r. (MST-90) w zakresie od -189,3442 °C do 961,78 °C, obejmując punkty potrójne argonu, rtęci i wody, punkt topnienia galu, punkty krzepnięcia indu, cyny, cynku, aluminium i srebra. Utrzymywanie państwowego wzorca jednostki miary temperatury na właściwym poziomie jest niezbędne w celu zapewnienia spójności pomiarowej dla pomiarów realizowanych zarówno podczas przekazywania tej jednostki miary (poprzez wzorcowanie) jak również innych jednostek, z którymi temperatura jest związana.

3.15. Państwowy wzorzec jednostki pH

Pomiary pH są prawdopodobnie najczęściej wykonywanymi oznaczeniami w laboratoriach chemicznych i fizykochemicznych. Państwowy wzorzec jednostki pH jest stanowiskiem pomiarowym do odtwarzania pH roztworów wodnych w zakresie od 1 do 13. Stanowisko składa się z zestawu termostatyzowanych ogniw wodorowo-chlorosrebrowych, przyrządów do pomiaru siły elektromotorycznej, temperatury i ciśnienia. Niepewność rozszerzona wartości pH podstawowych pehametrycznych materiałów odniesienia wyznaczanych na tym stanowisku, w zakresie od 1 do 11, zawiera się w granicach od 0,002 do 0,004 ($k=2$). Wyniki tych pomiarów mają szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach, przede wszystkim w ochronie zdrowia i środowiska (np. przy ocenie jakości wód - m.in. dyrektywa wodna UE, oznaczeniach medycznych), w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, spożywczym.

Poza wzorcami państwowymi Główny Urząd Miar utrzymuje szereg wzorców odniesienia, które zapewniają spójność pomiarową w wielu dziedzinach gospodarki.

4. Podsumowanie

Utrzymywanie wzorców zarówno państwowych jak i odniesienia ma wielkie znaczenie dla rozwoju nauki i innowacyjnej go-

spodarki 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 dla zapewnienia jakości oraz konkurencyjności na rynku krajowym i międzynarodowym.

Jak ważnym jest utrzymywanie i rozwój wzorców na najwyższym poziomie 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 podane będą: kilogram (kg), amper (A), kelwin (K), mol (mol), które zdefiniowane będą o dokładniej wyznaczone stałe fizyczne:

stałą Plancka $h = 6,6260693(11) \cdot 10^{-34}$ kg m² s⁻¹

stałą Avogadra $N_A = 6,0221415(10) \cdot 10^{23}$ mol⁻¹

stałą Boltzmana $k = 1,3806505(24) \cdot 10^{-23}$ kg m² s⁻² K⁻¹.

5. Literatura

- [1] Wallard A.: News from the BIPM - 2009, Metrologia 47 (2010) 103-111.
- [2] NMIs and other designated institutes. CIPM 2005 – dokument BIPM.
- [3] Patej Krystyna: Stanowisko państwowego wzorca jednostki miary współczynnika załamania światła, materiały konferencyjne z konferencji Podstawowe Problemy Metrologii, Ustroń 14 – 17 maja 2006 r.
- [4] Dudek Edyta, Michniewicz Elżbieta, Sochocka Dobrosława: Kwantowa realizacja jednostki miary napięcia elektrycznego, Elektronika wyd. maj 2006 r.
- [5] Czubla Albin, Konopka Janusz, Nawrocki Janusz: Realization of atomic SI second definition in the context of UTC(PL) and TA(PL), Metrology and Measurement Systems (vol. 13, 2/2006).
- [6] Ramotowski Zbigniew, Walczuk Jerzy: Państwowy wzorzec jednostki miary długości jako przykład praktycznej realizacji metra, Biuletyn Informacyjny Głównego Urzędu Miar „Metrologia” nr 4(8) grudzień 2007.
- [7] Grudniewicz Elżbieta: Państwowy wzorzec jednostki miary temperatury- Metrologia - Biuletyn Informacyjny GUM Nr 3/2008.

otrzymano / received: 02.07.2010

przyjęto do druku / accepted: 01.11.2010

artykuł recenzowany

INFORMACJE

Nowy dział „Niepewność wyników pomiarów” na stronie internetowej Wydawnictwa PAK

Uprzejmie informuję, że na stronie internetowej Wydawnictwa PAK (WWW.pak.info.pl) został utworzony dział „Niepewność wyników pomiarów”. Na p.o. redaktora działu został powołany dr inż. Paweł Fotowicz.

Dr P. Fotowicz jest ekspertem w zakresie problematyki niepewności, autorem szeregu wartościowych publikacji w czasopiśmie krajowych i zagranicznych. Prezentował swoje prace na licznych konferencjach i warsztatach szkoleniowych.

W dziale „Niepewność wyników pomiarów”, obok dostępu do aktualnych wybranych opracowań dotyczących niepewności jest możliwość zadawania „Pytań do eksperta”. Pytania powinny być konkretne i szczegółowo sprecyzowane.

Pytania i odpowiedzi o istotnym znaczeniu dla szerszego grona metrologów będą archiwizowane i dostępne dla użytkowników strony internetowej Wydawnictwa PAK.

Zapraszam do odwiedzania działu „Niepewność wyników pomiarów” i do udziału w jego rozwoju.