

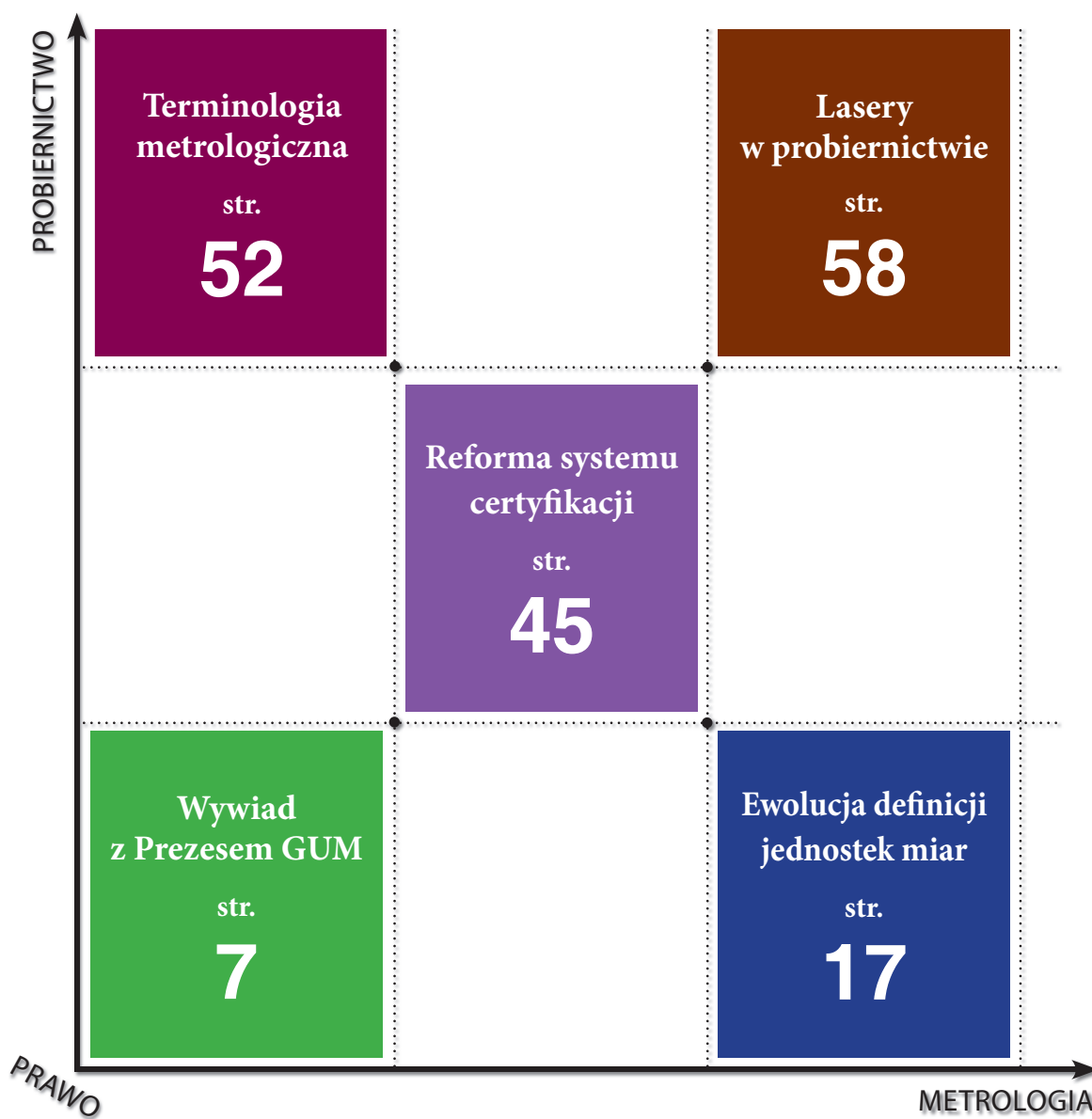


METROLOGIA I PROBIERNICTWO

ISSN 2300-8806

Biuletyn Głównego Urzędu Miar

nr 2 (13)/2016



Znajdziesz nas także na www.gum.gov.pl

W numerze:

WYDARZENIA 3-16

TECHNIKA I POMIARY 17-40

- ◆ Dlaczego zmieniają się definicje jednostek miar?
- ◆ Wpływ przyjęcia stałej wartości gęstości paliwa na dokładność przedstawianej w odmierzaczach paliw ciekłych objętości w temperaturze bazowej
- ◆ Nowe pierwotne konduktometryczne materiały odniesienia GUM – wytwarzanie i certyfikacja
- ◆ Program komputerowy do wzorcowania mostków RLC i wzorców RLC
- ◆ Udział pracowników GUM w VII Kongresie Metrologii Streszczenia wygłoszonych referatów

WSPÓŁPRACA 41-44

- ◆ 10. Zgromadzenie Ogólne EURAMET 2016. Kierunki działań i rozwoju europejskiej Regionalnej Organizacji Metrologicznej

PRAWNA KONTROLA METROLOGICZNA 45-51

- ◆ Reforma systemu certyfikacji Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej

TERMINOLOGIA 52-57

- ◆ Terminologia metrologiczna a powszechny charakter zastosowań metrologii

PROBIERNICTWO 58-62

- ◆ Praktyczne wykorzystanie laserów w probiernictwie

CZY WIESZ, ŻE... 63-66

- ◆ Zastosowania wzorców z dziedziny fizykochemii

In this issue:

EVENTS 3-16

TECHNIQUE AND MEASUREMENTS 17-40

- ◆ Why the definitions of measurement units are changed?
- ◆ The influence of the adoption constant fuel density on the accuracy of measured volume in liquid fuel dispensers at the base temperature
- ◆ New primary reference materials of electrolytic conductivity – preparation and certification
- ◆ A computer program for calibration of bridges RLC and RLC models
- ◆ The participation of employees of the Central Office of Measures in VII Metrology Congress. Summaries of papers presented in the Congress.

COOPERATION 41-44

- ◆ 10. EURAMET General Assembly 2016. Directions of activities and development of European Regional Metrology Organisation

LEGAL METROLOGICAL CONTROL 45-51

- ◆ Reform of the OIML Certificate System for Measuring Instruments

TERMINOLOGY 52-57

- ◆ Metrological terminology and commonness of metrology applications

HALLMARKING 58-62

- ◆ The practical using of lasers in hallmarking

DO YOU KNOW... 63-66

- ◆ The application of measurement standards in the field of physical chemistry

Wydawca: Główny Urząd Miar
ul. Elekoralna 2, 00-139 Warszawa, tel.: 22 581 95 18, 581 95 31, fax: 22 581 90 91.

Redakcja: dr Paweł Fotowicz (red. naczelny), Adam Żeberkiewicz (sekretarz red.),
Maria Magdalena Ulaczyk (Probiernictwo), dr Jerzy Borzymiński (Terminologia), dr Paweł Fotowicz (Technika i pomiary),
Adam Żeberkiewicz (Wydarzenia), Mariusz Pindel (Współpraca), Tadeusz Lach (Prawna kontrola metrologiczna).

Druk: ArtDruk Zakład Poligraficzny, ul. Napoleona 4, 05-230 Kobyłka, www.artdruk.com

Wszystkie prawa zastrzeżone. Redakcja nie zwraca materiałów nie zamówionych oraz zastrzega sobie prawo do skrótów i zmian tytułów.
Pytania i uwagi do redakcji: biuletyn@gum.gov.pl

- 12.04 → **SEMINARIUM W GUM „JAK PRAWIDŁOWO OZNACZAĆ TOWARY PACZKOWANE?”**
 Ponad 60 przedstawicieli urzędów administracji publicznej, które zajmują się towarami paczkowanymi wzięło udział w seminarium poświęconym najczęściej spotykanym nieprawidłowościom w oznaczeniach na towarach paczkowanych. Organizowane przez Główny Urząd Miar seminarium było kolejnym poświęconym tej problematyce. Wcześniej eksperci GUM szkolili m.in. przedsiębiorców, ucząc jak prawidłowo oznaczać swoje produkty i jakich błędów unikać. Więcej na temat seminarium przeczytasz na str. 13.
- 7.05 → **PIKNIK NAUKOWY POLSKIEGO RADIA**
 Tysiące gości oglądało pokazy oraz uczestniczyło w warsztatach i konkursach odbywających się podczas 20. Pikniku Naukowego Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik na Stadionie PGE Narodowym. Relacja z Pikniku, w którym udział wziął Główny Urząd Miar, na str. 16.
- 9.05 → **WIZYTA DR. YI-HUA TANGA W GUM**
 W Głównym Urzędzie Miar gościliśmy dr Yi-Hua Tanga, fizyka z amerykańskiego Krajowego Instytutu Wzorców i Technologii (*National Institute of Standards and Technology*). Dr Tang przedstawił zagadnienie, którym zajmuje się na co dzień w swojej pracy, tj. kwestię metrologii napięcia Josephsona w projekcie wagi wata. Związek pomiędzy technologią pomiaru napięcia i koncepcją wagi wata odgrywa ważną rolę w proponowanej redefinicji układu SI, opierającej się na wyznaczeniu stałej Plancka. Yi-Hua Tang spotkał się również z kierownictwem Głównego Urzędu Miar oraz zwiedził wybrane laboratoria, zapoznając się z możliwościami pomiarowymi laboratoriów Zakładu Elektrycznego oraz Laboratorium Długości.
- 11-13.05 → **XXIII MIĘDZYNARODOWE TARGI STACJA PALIW 2016**
 Najważniejsze wydarzenie sektora paliwowego w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej zgromadziło przedstawicieli branży paliwowo-energetycznej, handlu detalicznego, a także ekspertów z instytucji centralnych, w tym z Głównego Urzędu Miar.
- 11-13.05 → **MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA QUANTUM METROLOGY**
 Fizycy i metrologzy z kilkunastu krajów świata, w tym przedstawiciele Głównego Urzędu Miar i kilku uczelni krajowych, uczestniczyli w Poznaniu w 5. Międzynarodowej Konferencji poświęconej Metrologii Kwantowej. Podczas konferencji, która organizowana była przez prof. dr. hab. inż. Waldemara Nawrockiego z Wydziału Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, we współpracy z Uniwersytetem Friedricha-Schillera w Jenie, zaprezentowano w formie sesji wykładowych i plakatowych wyniki prac badawczych i rozwojowych, zarówno teoretycznych, jak i aplikacyjnych, w dziedzinie szeroko rozumianej metrologii kwantowej. Swoje prace przedstawili również metrologzy z Głównego Urzędu Miar: Dariusz Czulek z Zakładu Długości i Kąta oraz Adam Tatar i Adam Ziółek z Zakładu Elektrycznego. Z wykładem na temat Europejskiego Systemu Nawigacji Satelitarnej „Galileo” wystąpił dr inż. Włodzimierz Lewandowski, Prezes GUM i członek Rady Naukowej Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk.
- 11-13.05 → **POSIEDZENIE KOMITETU WELMEC**
 W Helsinkach odbyło się posiedzenie Komitetu WELMEC, głównego organu decyzyjnego organizacji zrzeszającej przedstawicieli państw członkowskich Unii Europejskiej i EFTA, odpowiedzialnych za metrologię prawną.
- 14.05 → **NOC MUZEÓW W GŁÓWNYM URZĘDZIE MIAR**
 Główny Urząd Miar wziął udział w tegorocznej Nocy Muzeów, w której uczestniczyły warszawskie muzea, placówki naukowe i kulturalne. Po kolekcji historycznych przyrządów pomiarowych oprowadzili kilkuset zwiedzających pracownicy GUM. Relacja z tego wydarzenia na str. 15.
- 17.05 → **POWOŁANIE DR. INŻ. WŁODZIMIERZA LEWANDOWSKIEGO NA PREZESA GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR**
 17 maja br. p. Beata Szydło, Prezes Rady Ministrów powołała dr. inż. Włodzimierza Lewandowskiego na stanowisko Prezesa Głównego Urzędu Miar. Wywiad z Prezesem GUM na str. 7.
- 19.05 → **„JAK MIERZYĆ POSTĘP W GOSPODARCE” – SPOTKANIE Z PREZESEM GUM**
 W warszawskim Domu Dziennikarza odbyło się spotkanie z dr. inż. Włodzimierzem Lewandowskim, Prezesem GUM. Debacie towarzyszyła prezentacja innowacyjnych urządzeń pomiarowych produkowanych w Polsce przez małe i średnie firmy.

- 19.05 → **DZIEŃ OTWARTY W GŁÓWNYM URZĘDZIE MIAR**
 19 maja, w ramach obchodów Światowego Dnia Metrologii, GUM odwiedziła młodzież szkół średnich. Odwiedzający mieli okazję do bliższego poznania, czym jest i jaką rolę w codziennym życiu odgrywa nauka o pomiarach – metrologia. Młodzieży zaprezentowano pokazy, które dotyczyły pomiarów wielkości elektrycznych i czasu. Uczniowie obejrzeni także najciekawsze eksponaty ze zbiorów muzealnych GUM.
- 20.05 → **ŚWIATOWY DZIEŃ METROLOGII POD HASŁEM „POMIARY W DYNAMICZNYM ŚWIECIE”**
 Z okazji „Światowego Dnia Metrologii” w Głównym Urzędzie Miar odbyło się seminarium z udziałem przedstawicieli instytucji rządowych, placówek naukowych, uczelni oraz pracowników administracji miar. Szczegółowa relacja na str. 13.
- 24-25.05 → **POSIEDZENIE GRUPY WYSZEHRADZKIEJ (GV4)**
 Dyrektorzy okręgowych urzędów probierczych w Warszawie i w Krakowie uczestniczyli w Posiedzeniu Grupy Wyszehradzkiej (GV4), zorganizowanym przez Urząd Probierczy w Budapeszcie. Na spotkaniu omawiano sprawy dotyczące wyposażania urzędów probierczych w aparaturę badawczą i lasery, porównywano dane statystyczne dotyczące liczby i masy wyrobów z metali szlachetnych, zgłaszanych w poszczególnych urzędach probierczych w ramach grupy. Dyskutowano też na temat metod badania zawartości metali szlachetnych.
- 23-27.05 → **10. ZGROMADZENIE OGÓLNE EURAMET POŁĄCZONE Z SYMPOZJUM NAUKOWYM**
 ZO Euramet odbyło się w tym roku w Oslo, a omówienie przebiegu tego wydarzenia, jak również kluczowych dla europejskiej metrologii kwestii poruszonych na spotkaniu w Norwegii, znajdują Państwo w artykule na str. 41.
- 28.05 → **UDZIAŁ OBWODOWEGO URZĘDU MIAR W TCZEWIE W FESTYNIE SAMORZĄDOWO-KOMUNALNYM**
 Obwodowy Urząd Miar w Tczewie miał okazję zaprezentować działalność urzędu na festynie samorządowo-komunalnym organizowanym w tym mieście. Odwiedzający festyn poznawali przyrządy pomiarowe, których legalizację, wzorcowanie czy też sprawdzenie przeprowadzają urzędy miar, np.: wodomierz, chronokomparator oraz wagi. Poza tym odtwarzano odgłosy wcześniejszej burzy, dzięki zastosowaniu wszechkierunkowego źródła dźwięku. Ciekawostką dla uczestników stanowiła waga hydrostatyczna, służąca do wyznaczania gęstości cieczy.
- 5.06 → **DZIEŃ DZIECKA W KANCELARII PREMIERA**
 „Dzień rządu” – pod takim hasłem odbył się w ogrodach Kancelarii Premiera RP piknik popularyzujący wśród dzieci wiedzę techniczną. „Dzień Dziecka w Kancelarii Premiera” to nauka przez zabawę: konkursy z nagrodami, doświadczenia naukowe, pokazy wyposażenia służb mundurowych. Tradycyjnie w wydarzenie włączył się Główny Urząd Miar. Na wspólnym stoisku z Ministerstwem Rozwoju GUM przygotował dla najmłodszych doświadczenia i pokazy naukowe m.in. związane z czasem, zużyciem energii elektrycznej i postrzeganiem barw.
- 8.06 → **SEMINARIUM W GUM**
 W Głównym Urzędzie Miar odbyło się seminarium na temat nowych metod testowania produktów aerozolowych do zastosowań w radiografii przemysłowej. Projektodawcami nowych rozwiązań badawczych są pracownicy Laboratorium Promieniowania Jonizującego i Wzorców Barwy w Zakładzie Promieniowania i Drgań: Witold Rzodkiewicz i Adrian Bożydar Knyziak. Więcej o tym projekcie będzie można przeczytać w jednym z najbliższych wydań Biuletynu GUM „MiP”.
- 9.06 → **PAKIET PRZEDSIĘBIORCZY ORAZ REFORMA GUM TEMATAMI KONFERENCJI PREMIERA MORAWIECKIEGO**
 Ponad 100 usprawnień dla firm, głównie mikro, małych i średnich, przewiduje pierwszy pakiet proprzedsiębiorczy, który przedstawili podczas konferencji prasowej wicepremier i minister rozwoju Mateusz Morawiecki oraz podsekretarz stanu, odpowiedzialny za sprawy związane z prowadzeniem działalności gospodarczej w kraju w obszarze handlu i usług Mariusz Haładyj. Ponadto, w informacji prasowej, przekazanej dziennikarzom zaprezentowano najważniejsze założenia reformy Głównego Urzędu Miar wraz z nowelizacją ustawy Prawo o miarach. Ministerstwo Rozwoju zapowiada nadanie podstawowej roli w działalności GUM zadaniom związanym ze wspieraniem i inspirowaniem rozwoju krajowego przemysłu, a także prowadzeniem oraz koordynowaniem prac naukowych i badawczo-rozwojowych w obszarze technologii pomiarowych. Więcej na ten temat mówi w wywiadzie dla Biuletynu GUM dr inż. Włodzimierz Lewandowski, Prezes GUM.

- 9.06 → **KONFERENCJA BUILDING BRIDGES: SHARING BEST PRACTICES ON COMMERCIALIZATION OF TECHNOLOGY**
 Na Politechnice Warszawskiej odbyła się konferencja poświęcona innowacjom w przemyśle i usługach komercyjnych. Spotkanie zostało zorganizowane przez ambasady USA, Kanady i Szwajcarii. Niewątpliwą zaletą był udział zarówno teoretyków jak i praktyków wdrażania innowacji w nauce, w tym przedstawiciela Departamentu Stanu USA, urzędów patentowych Szwajcarii, Kanady, zagranicznych uczelni oraz przedsiębiorców.
- 10-12.06 → **MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA „PRAWNO-EKONOMICZNE SZANSE I BARIERY ROZWOJU PRZEDSIĘBIORCZOŚCI W POLSCE”**
 W konferencji, która odbyła się w Kazimierzu Dolnym, wzięli udział przedstawiciele nauki z uczelni ekonomicznych i technicznych oraz przedsiębiorcy. Patronat honorowy nad konferencją sprawowała p. Anna Kulesza-Mincer, Dyrektor Okręgowego Urzędu Miar w Warszawie. Jednym z punktów spotkania było wygłoszenie przez p. Jarosława Wójcika, Naczelnika Wydziału Metrologicznego i Polityki Rynkowej OUM w Warszawie referatu pt. „Towary paczkowane z punktu widzenia przedsiębiorcy – wybrane zagadnienia”.
- 20-22.06 → **BALT-MILITARY-EXPO**
 Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku po raz kolejny uczestniczył w Bałtyckich Targach Militarnych, organizowanych pod honorowym patronatem Ministra Obrony Narodowej RP. Targi koncentrują się na tematyce bezpieczeństwa morskiego, najnowszych systemach obronnych, ratownictwa na morzu i lądzie. Podczas czternastej już edycji tej imprezy OUM w Gdańsku informował zwiedzających m.in. o znaczeniu metrologii w dynamicznie zmieniającym się świecie, czy o zapotrzebowaniach na specyficzne rodzaje pomiarów.
- 26.06-1.07 → **TEMPMEKO 2016**
 Sympozjum Tempmeko odbywa się co trzy lata pod auspicjami IMEKO – Międzynarodowej Federacji Pomiarowej, która grupuje pozarządowe organizacje metrologiczne z całego świata. Tegoroczna konferencja odbyła się w Zakopanem dzięki dużemu zaangażowaniu prof. nadzw. dr hab. Anny Szmyrki-Grzebyk, reprezentującej organizatora ze strony polskiej – Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. W otwarciu sympozjum wziął udział Prezes GUM dr inż. Włodzimierz Lewandowski, natomiast przedstawiciele Laboratorium Temperatury i Laboratorium Wilgotności z Zakładu Fizykochemii GUM przygotowali specjalne prezentacje na sesje plakatowe. Więcej szczegółów na stronie internetowej www.gum.gov.pl.
- 28.06-1.07 → **VII KONGRES METROLOGII**
 Kongres rozpoczął się w Lublinie, a kontynuowany był w Centrum Szkoleniowo-Wypoczynkowym „Energetyk” w Nałęczowie. W otwarciu Kongresu uczestniczył Prezes Głównego Urzędu Miar dr inż. Włodzimierz Lewandowski, jak również Dyrektor Generalny Urzędu Stanisław Dąbrowski. Więcej informacji o tym wydarzeniu na str. 34.

LIPIEC

Miło nam poinformować, że w lipcowym wydaniu Biuletynu OIML (Volume LVII, Number 3) ukazał się artykuł metrologów z Zakładu Fizykochemii GUM: Roberta Kordulasińskiego, Jolanty Wasilewskiej, Piotra Kolasińskiego, Elżbiety Lenard, Piotra Janko i Grzegorza Ochmana pt.: „Measuring facilities for testing breath analyzers in Poland”. Temat ten trafi na łamy kolejnego numeru Biuletynu GUM. Gratulujemy i zachęcamy innych autorów do publikacji zarówno w Biuletynie OIML, jak i w naszym wydawnictwie.



Prezes Głównego Urzędu Miar Dr inż. Włodzimierz Lewandowski

W 1975 r. ukończył studia na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej oraz specjalizację z mechaniki nieba na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i rozpoczął studia doktoranckie z zakresu geodezji satelitarnej w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk. Po otrzymaniu w 1976 r. stypendium francuskiego Państwowego Instytutu Geograficznego (IGN), kontynuował te studia w Saint-Mandé pod Paryżem, gdzie uzyskał stopień doktora inżyniera.

W latach 1982-1984 pracował w Międzynarodowym Biurze Czasu (BIH) w Paryżu, a od 1985 r. do 2014 r. na stanowisku Naczelnego Fizyka w Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM) w Sèvres. Swoją działalność badawczą koncentruje na technikach satelitarnych i metrologii czasu, a organizacyjną na dostosowaniu struktur państwowych kosmosu i metrologii do wyzwań współczesnego świata.

Od 2001 r. Włodzimierz Lewandowski jest członkiem Rady Naukowej Centrum Badań Kosmicznych PAN. W Sejmie RP jest doradcą Grupy Parlamentarnej ds. Przestrzeni Kosmicznej. Jest też członkiem Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN, gdzie przewodniczy dwóm zespołom ds. programów europejskich Galileo i Copernicus. W latach 2007-2015, działając w grupach związanych z polskim programem wykorzystania przestrzeni kosmicznej, przyczynił się do wprowadzenia Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) i utworzenia Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA).

W Stanach Zjednoczonych pracował naukowo w amerykańskim Państwowym Instytucie Wzorców i Technologii (NIST). Przewodniczy Podkomitetowi Czasu w amerykańskim Komitecie Cywilnym GPS (CGSIC) przy Departamencie Transportu. Współpracował z Kongresem Polonii Amerykańskiej ws. technik satelitarnych. W 2014 r. został laureatem najważniejszej amerykańskiej nagrody z dziedziny metrologii czasu. Prestiżowa nagroda (Precise Time and Time Interval) została mu przyznana przez amerykański Instytut Nawigacji (ION).

Włodzimierz Lewandowski jest doradcą wielu państwowych instytutów metrologii, m.in. Indii i Egiptu. Uczestniczył w pracach Międzynarodowego Komitetu ONZ ds. systemów nawigacji satelitarnej (ICG). Był także wiceprzewodniczącym delegacji BIPM do Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej ONZ (ITU) w Genewie. Dalej działa jako ekspert Komisji Europejskiej ds. systemu nawigacji satelitarnej Galileo, opartego na metrologii czasu. Jest wiceprzewodniczącym dwóch komitetów programowych ESA ds. nawigacji (PB-NAV) i telekomunikacji (JCB).

W 2002 r. został delegowany przez Międzynarodowe Biuro Miar do wsparcia reorganizacji metrologii w Polsce, a od 17 maja 2016 r. pełni zaszczytną funkcję Prezesa Głównego Urzędu Miar.

„Główne zadanie GUM to wspieranie krajowego przemysłu”

O dniu dzisiejszym i przyszłości Głównego Urzędu Miar, o współpracy z polskim przemysłem i metrologią wojskową, a także o innych planach dotyczących rozwoju polskiej metrologii, z Prezesem Głównego Urzędu Miar, Doktorem Włodzimierzem Lewandowskim rozmawiają redaktorzy Biuletynu GUM dr Paweł Fotowicz i Adam Zeberkiewicz.

– *Panie Prezesie, będąc metrologiem, przez wiele lat pozostawał Pan poza strukturami Głównego Urzędu Miar, przyglądając się polskiemu NMI z dystansu. Jak teraz, po kilku miesiącach bycia wewnątrz instytucji, ocenia ją Pan? Czy postrzeganie GUM zmieniło się w Pana oczach?*

– Urząd znam od dziesięcioleci. Współpracowałem w znanej mi dziedzinie z Laboratorium Czasu, ale też dyskutowałem o stanie polskiej metrologii z poprzednimi prezesami. Po przyjeździe tutaj moja wiedza i przewidywania się potwierdziły. Zaskoczyło mnie natomiast, że rola prezesa była dotychczas ograniczona tylko do bieżącego zarządzania. A przecież prezes ma do zrobienia dużo więcej, niż tylko nadzоровanie pracy urzędu. Mam wrażenie, że gdybym ograniczył się do samego urzędowania, to niektórzy zaakceptowaliby to i uznali, że jest w porządku. Mam nadzieję, że nie tylko Ministerstwo Rozwoju, które oczekuje zmian, ale i personel urzędu, tak nie myślą. To, o czym mówię, odnoszę do poprzednich lat, kiedy wystarczyło, że prezes urzędował i nie wprowadzał żadnych zmian czy inicjatyw. Nie sprawiał także, że instytucja się rozwijała. I proszę mnie źle nie zrozumieć, to nie jest wina poprzednich prezesów, lecz systemu, bo instytucja została tak skonstruowana, że ten prowadzący może tylko podpisywać dokumenty, ewentualnie wykonać jakieś ruchy kadrowe. Nie musi jednak dogłębnie znać metrologii i samej instytucji. Inaczej mówiąc – urząd mógłby pewnie funkcjonować bez udziału prezesa. I to głównie dzięki personelowi, który poczuwa się do właściwego wykonywania obowiązków.

Instytucja jest więc w takim stanie, w jakim spodziewałem się ją zastać. Natomiast, jeśli chciałbym

ograniczyć się do samego sprawowania urzędu, to mógłbym z zadowoleniem stwierdzić, że mechanizm urzędu funkcjonuje perfekcyjnie, nie potrzebując dodatkowych działań i wysiłków. To jest przyjemne zaskoczenie – zobaczyłem sprawnie działający mechanizm urzędu, który oczywiście pomaga w wykonywaniu obowiązków Prezesa GUM. Jednak to zadanie, o które walczyłem publikując artykuły i biorąc udział w zespołach doradczych, a które otrzymałem od rządu, polega na tym, by nie ograniczać się do pełnienia urzędu, ale podjąć się jego głębokiej reformy.

– *Właśnie, zapowiadał Pan Prezes reformę Głównego Urzędu Miar, po której będzie on zdolny do aktywniejszego wspierania polskiej gospodarki i udziału w postępie technologicznym. Jak ocenia Pan aktualne przygotowanie laboratoriów, jeśli chodzi o wyposażenie i samych pracowników pod względem kompetencji do tego rodzaju działań?*

– Co do kompetencji pracowników, zarówno w laboratoriach, jak i w komórkach administracyjnych, to oceniam je wysoko, choć są one nie najlepiej wykorzystywane. Na przykład odwołani wiceprezesi też mieli bardzo dobre nastawienie do pracy, wiedzę i doświadczenie. Jednak rozstaliśmy się, ponieważ ich koncepcja funkcjonowania instytucji kompletnie różniła się z moją. To rozstanie było nieuniknione. Ale nie z powodu oceny jakości ich pracy, tylko z powodu posiadania odmiennej od mojej i rządu wizji. Wiceprezesi byli przywiązani do urzędniczego charakteru tej instytucji, nie dostosowywali jej do wyzwań współczesnej metrologii.

Wracając do laboratoriów, to wprawdzie kompetencje pracowników są wysokie, jednak praktyka różni się z tym, co chcielibyśmy osiągnąć. Chodzi mi o prace badawcze wokół wzorców i związanych z tym metod pomiarowych, ale przede wszystkim o interakcję z przemysłem. Tego, w mojej ocenie, prawie nie było. Kontakt z przemysłem ograniczał się do czynności rutynowych, często wykonywanych przewlekłe. Wykonywano je dobrze, ale za długo, były kosztowne, a przy tym brakowało wymiany

informacji z przedsiębiorcami. Skutek był taki, że wiele firm odchodziło za granicę. Unia Europejska stwarza takie możliwości, że z wieloma czynnościami można się zgłosić do laboratoriów innych państw. Gościłem niedawno jednego z szefów polskich firm, który przeniósł się do Czech z powodów, o których wspominałem. Namawiałem go, żeby wrócił, lecz on odpowiedział: „Tu nie wystarczy, że cena będzie konkurencyjna, ale chodzi o terminy. Jeśli mam czekać na jakieś zaświadczenia dziewięć miesięcy, to ja się z Czech do was nie przeniosę”. Zapewniłem go, że już na pewno nie będzie czekał dziewięć miesięcy – jestem przekonany, że uda się do tego doprowadzić. Podsumowując: kompetencje w laboratoriach są wysokie, ale nie były wykorzystane właściwie.

– *Powiedział Pan Prezes o usprawnieniu usług i przyspieszeniu załatwiania spraw. A co Główny Urząd Miar może zaoferować przedsiębiorcom w kwestiach naukowych?*

– Bardzo dużo. Przedsiębiorcy często potrzebują wsparcia merytorycznego, opinii na temat swojej pracy czy działania przyrządów. Do tej pory GUM najczęściej ograniczał się do czynności rutynowych, administracyjnych. Natomiast przedsiębiorcy potrzebują dialogu na temat metod pomiarowych i najnowszych technologii. Uważam, że laboratoria GUM powinny tego dialogu się podjąć. Personel laboratoriów powinien też czerpać wiedzę od przedsiębiorców. Jakie to przyniesie skutki? Powstaną lepsze produkty, a laboratoria będą lepiej pracować. Co przez to rozumiem? Że będą szybciej się unowocześniać, lepiej wspomagać przemysł, rozwijać wzorce najnowszych generacji. Rozwój laboratoriów może nastąpić dzięki dialogowi z przemysłem. Według mojej wiedzy, poza sporadycznymi przypadkami, do tej pory tego dialogu nie było, a jest on esencją pracy krajowych instytutów metrologicznych, w szczególności takich jak PTB czy NIST. Głównym zadaniem NMI jest wspieranie rodzimego przemysłu, właśnie w formie dialogu i wymiany informacji. Kiedy ten temat był poruszony jakieś siedem lat temu na którejś z konferencji metrologicznych w Warszawie, kierownictwo GUM odpowiedziało, że ono nie może takiego dialogu prowadzić, bo w ówczesnych realiach polityczno-społecznych mogłoby to być źle odebrane, np. jako możliwe podłoże jakiejś formy korupcji. Sala zareagowała sceptycznie na to tłumaczenie. GUM się sam

ograniczał, z lęku przed podejrzeniem o korupcję. To jest ogromna przeszkoda w rozwoju i z tym trzeba sobie w jakiś sposób poradzić. Sądzę, że są na to sposoby. Fakt braku dialogu z przemysłem przejawiał się nie tylko w ograniczaniu kontaktów, ale również w dublowaniu się komórek weryfikujących kontakt z przemysłem. Kontakt istniał, choćby poprzez badanie przyrządów pomiarowych, ale był też bardzo rozbudowany system kontroli, a dublujące się komórki sprawdzały się nawzajem, co skutkowało w ostatnich latach wzrostem liczby ludzi zatrudnionych do tego typu działań. Istniała rozbudowana wewnętrzna kontrola, która sprawdzała, czy czasem nie dochodzi do jakichś nieuczynnych zachowań. Oczywiście kontrola jest potrzebna, ale dublowanie struktur prowadzi do absurdów, rozrostu biurokracji i zaniku istoty działania tej instytucji. Tam, gdzie powinien być dialog i wymiana informacji, jest podejrzliwość i kontrola.

Aspekt rozbudowanych struktur, które powtarzają różnego rodzaju czynności, został dostrzeżony i skrytykowany przez Najwyższą Izbę Kontroli. Poprzednie kierownictwo GUM tłumaczyło się tym, że jest to konieczne, aby uniknąć sytuacji korupcyjnej. I NIK przyjęła to tłumaczenie.

– *Polska metrologia, podobnie jak cała nauka, cierpi od wielu lat na niedoinwestowanie. Jak Pan Prezes zamierza poradzić sobie z tym problemem, zwłaszcza w kontekście zapowiedzi o większym zaangażowaniu polskiego NMI w prowadzenie prac badawczych, innowacyjności i udziale w transferze technologii dla przemysłu. Skąd czerpać środki na te cele?*

– Moim zdaniem pierwszy krok wcale nie wymaga dodatkowych pieniędzy. Wystarczy zmiana nastawienia do pracy i nie ograniczanie się tylko do czynności rutynowych, ale spojrzenie krytyczne na prowadzone działania i ich ulepszanie drogą podejmowania się prac badawczych, które nie muszą wymagać dodatkowych funduszy. Zmiana nastawienia powinna dać efekty bez zwiększenia finansowania. Znam tę sytuację od strony praktycznej. Współpracowałem i nadal współpracuję z Laboratorium Czasu Centrum Badań Kosmicznych (CBK) PAN, a kiedyś – w okresie prezesury Krzysztofa Mordzińskiego – również z Laboratorium Czasu i Częstości GUM. Wówczas kierownik laboratorium CBK PAN dr Jerzy Nawrocki został zatrudniony na pół etatu w laboratorium GUM. To był pewien

wydatek, ale nie było ustawowego ograniczenia dla takiego ruchu. Zatrudnienie pana Nawrockiego przyniosło skutek w postaci unowocześnienia pracy Laboratorium Czasu w GUM. To przykład, w wielkim skrócie oczywiście, jak można poprawić pracę laboratoriów: do prac badawczych zatrudnić pracowników badawczo-rozwojowych. Takie posunięcie jest w zasięgu możliwości GUM.

Jednak Urząd, jako jednostka budżetowa, ma utrudniony dostęp do grantów krajowych czy europejskich. Bez zmiany statutu instytucji nie da się tego problemu skutecznie rozwiązać. Ale przesuwając środki wewnątrz GUM można sfinansować prace badawcze. I w tym kierunku będę zmierzał. W momencie, w którym samo wzmocnienie merytoryczne laboratoriów z zewnątrz nie wystarczy, będziemy starali się znaleźć dodatkowe środki w budżecie GUM. A takie możliwości są, bo np. istnieją fundusze na zakup aparatury. Dla przykładu, w przyszłorocznym budżecie planowane było 6 mln zł na zakup próżniowego komparatora masy. Jednak nowe kierownictwo postanowiło odejść od zakupu komparatora masy za granicą i zamówić go w Polsce.

– *Jak się domyślamy, będzie on tańszy?*

– Tak, ale nie jest to nasza główna motywacja. Chodzi nam o stworzenie szansy polskiemu przemysłowi. Są w Polsce firmy, które mają kompetencje, aby taki komparator masy zbudować. W tej chwili trwają już prace nad podpisaniem stosownej umowy z grupą firm. Mówię o liczbie mnogiej, bo w ramach projektu będą dwa ważne elementy: pomiar masy i wysoka próżnia. Po podpisaniu umowy GUM zleci wykonanie komparatora masy grupie, czy też konsorcjum firm, które się zawiąże w tym celu.

Jaki będzie efekt? Po pierwsze GUM otrzyma przyrząd tej samej jakości, jak byśmy kupowali go za granicą. A producentów na świecie jest tylko dwóch. Jest zatem miejsce jeszcze co najmniej dla jednego i dlatego nie miałyby to być polski producent?

Po drugie, będzie to dopingowało nasz przemysł do „pójścia” w nowe technologie, a my zapewnimy mu zbyt dla prototypów. Ponadto, doskonaląc nasze stanowisko do pomiaru masy, wesprzemy merytorycznie naszych przemysłowych partnerów. Wszędzie na świecie taka jest rola państwa, które stymuluje rozwój przemysłu poprzez zamówienia publiczne. Będzie to więc miało pozytywne konsekwencje, bo

zmobilizuje te firmy do wejścia w nowe technologie i podniesie ich status na arenie światowej, otwierając im rynek takich komparatorów. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że jeden komparator kosztuje około miliona euro, a na rynku światowym jest zapotrzebowanie na kilkadziesiąt, może sto komparatorów, to wychodzą już duże sumy. Podnosząc prestiż i wizerunek naszych firm sprawimy, że będą one lepiej funkcjonować na rynku międzynarodowym, także ze swoimi dotychczasowymi produktami. Klienci nabiorą do nich większego zaufania. To klasyczna metoda stymulowania krajowego przemysłu zamówieniami publicznymi.

– *Czy nie będzie w tym wypadku posądzenia, że GUM kogoś faworyzuje?*

– Być może będziemy musieli stworzyć odpowiednią ofertę publiczną i przetarg, bo na pewno jest w Polsce więcej producentów przyrządów do pomiaru masy. Jednak czas nagli, bo zamówienie złożone w Polsce spowoduje, że dostawa będzie co najmniej o rok później, niż gdybyśmy to zrobili za granicą. Z drugiej strony nie jest to wielki kłopot, bo nie weszła jeszcze w życie nowa definicja kilograma. Wprawdzie, gdybyśmy mieli komparator już za rok, to można by podejmować pierwsze próby, ale i tak nic się nie stanie, jeśli komparator zostanie dostarczony za dwa albo nawet trzy lata.

Nawiążę jeszcze do pytania o to, w jaki sposób finansować badania w GUM. Otóż 6 mln zł, które przeznaczone są na komparator masy, nie zostaną wydane w 2016 r. Planujemy zaoszczędzić je na 2017 r., przy czym w przyszłym roku przeznaczyć na ten cel nie więcej niż około 2 mln zł. Przewidujemy wypłacać wykonawcy pieniądze w transzach, jednak w pierwszym etapie nie powinno być żadnych kosztów, dopiero w drugiej połowie 2017 r. będzie trzeba wpłacić pierwszą ratę. Czyli na przyszły rok uwalniamy 4 mln zł, które miały być wydane na komparator kupowany za granicą. Być może skierujemy te środki na inne prace badawcze.

– *Pozostaniemy przy wątku wspierania polskiego przemysłu. Czy działanie takie nie będzie również wyjściem naprzeciw oczekiwaniom rządu i premiera Morawieckiego, który mocno stawia na innowacyjność w gospodarce? Zakup polskiego komparatora masy to byłby dobry przykład wsparcia innowacyjności.*

– Oczywiście, że tak. Poinformowałem o tym zamiarze premiera Morawieckiego, który odniósł się do niego entuzjastycznie. Mamy całkowite poparcie pana premiera, którego interesowało jednak, czy opóźnienie będzie miało jakieś negatywne skutki. Odpowiedziałem, że nie, bo po wejściu nowej definicji kilograma system będzie dopiero w fazie rozruchu.

Poza tym jest jeszcze inny aspekt. GUM zbuduje kampus laboratoryjny na obrzeżach Warszawy, albo dalej. Główna siedziba pozostanie jednak w obecnym historycznym budynku, wraz z częścią laboratoriów i administracją. Tak jest np. w Niemczech, gdzie część laboratoriów mieści się w Berlinie, a reszta w Brunshwiku. Jeśli chodzi o pomiary masy, to według potencjalnego producenta komparatora, w naszej aktualnej siedzibie, zakłócający szum w dzień jest dziesięć razy większy niż w nocy. W związku z tym ów producent ma wątpliwości, czy przyrząd będzie funkcjonował poprawnie w obecnym budynku.

– *A więc jest to dodatkowy argument za tym, by zmienić siedzibę.*

– Dokładnie tak. Z tych względów opóźnienie może być korzystne, bo za dwa albo trzy lata może uda się przenieść laboratoria. A więc zamiast inwestować w przygotowanie odpowiedniej sali w tym budynku, co może kosztować pół miliona zł lub więcej, można te pieniądze zaoszczędzić. Idealnie byłoby, gdybyśmy mieli oddzielnie jeden pawilon dla każdego wzorca.

A zatem, jeśli dopiero za trzy lata pojawiłby się komparator, to byłoby optymalnie.

– *Czy będziemy brać przykłady z innych krajowych instytucji metrologicznych, które już posadowiły sobie tego rodzaju siedziby? Niedawno np. zbudowano siedzibę NMI w Finlandii.*

– Oczywiście. Będzie powołany do tego celu zespół, a jeden z pierwszych analizowanych dokumentów będzie dotyczył siedziby fińskiego NMI. Są też inne przykłady. Jakiś czas temu były budowane pawilony tureckiego instytutu metrologii (UME) i instytutu w Arabii Saudyjskiej. Wybudowano też pod Pekinem nowy kampus instytutu metrologii Chin, chociaż to inna skala możliwości. Byłem w wielu z tych nowych kampusów. Dla każdej jednostki

pomiarowej mają oddzielne pawilony. Wszystkie dobre przykłady są dla nas inspiracją.

Niedawno byłem w Wojskowej Akademii Technicznej, gdzie dyskutowana była sprawa lokalizacji. Jedną z możliwych jest właśnie teren w pobliżu WAT, należący do Skarbu Państwa. Lokalizacja byłaby korzystna, bo teren położony jest blisko centrum Warszawy, w spokojnej okolicy. Należałoby sprawdzić jeszcze wszystkie parametry, ale prawdopodobnie wymagania dla instytutu metrologii zostałyby spełnione. Zlokalizowanie GUM w sąsiedztwie WAT pomogłoby we współpracy z tą uczelnią, ale bez jakiegokolwiek zależności, bo instytucje mają zupełnie różny charakter. Uczelnia Ministerstwa Obrony Narodowej prowadzi bardzo zaawansowane prace stosowane. Powstają tam prototypy wielu przyrządów, np. z dziedziny czasu, które rzadko są wykorzystane komercyjnie przez nasz przemysł. Tutaj właśnie GUM może wesprzeć WAT. Mam na myśli nasze zespoły konsultacyjne, do których wejdą przedstawiciele uczelni. WAT prowadzi prace w dziedzinie energii, rozwija technologie wojskowe, które, jak się okazuje, są również technologiami medycznymi – cywilnymi. Pokazywano mi na przykład technologię zwalczania raka, przy której pracują lekarze – naukowcy. Ale chodzi też o ochronę zdrowia żołnierzy. Pomiary medyczne są obecne i u nas, więc pole do współpracy jest bardzo duże. Rozważane są też jednak inne lokalizacje, poza granicami Warszawy.

– *Można z tego wywnioskować, że przewiduje Pan Prezes bliską współpracę z metrologią wojskową. W wielu krajach istnieją mocne związki NMI z tym obszarem metrologii. Co mogą te dwie struktury dać sobie wzajemnie i jakie korzyści dla Państwa z tego wynikną?*

– Tak, ten związek byłby do tego stopnia bliski, że mamy zamiar stworzyć pion wojskowej metrologii badawczej. Wspiera to Stanisław Dąbrowski, obecnie Dyrektor Generalny GUM, który kierował metrologią wojskową i zna dobrze jej organizację na świecie. To powinno być coś więcej niż laboratorium. Wojsko potrzebuje wsparcia badawczego instytutu metrologii. Temat ten zresztą występował już wcześniej na spotkaniach grupy roboczej ds. reformy metrologii, więc było wiadome, że dojdzie do jego realizacji. I to niezależnie od tego, czy ja zostałem prezesem, czy ktoś inny. Ale okazało się, że trzeba zrobić więcej, to

znaczy wejść w ścisłą współpracę z pionem badawczym metrologii, który jest obecny w wojsku. Dlaczego? Bo ani wojsko, ani przemysł nie posiadają takiego otoczenia sprzyjającego pracom metrologicznym, jakie może posiadać narodowy instytut metrologii. W każdym państwie NMI ma największe możliwości, doświadczenie i kulturę pracy w dziedzinie metrologii. Poza tym instytut posiada bardzo ważną rzecz – wiedzę o najważniejszych pracach metrologicznych na świecie, dzięki komitetom doradczym CIPM i innym międzynarodowym grupom roboczym. Docierają też do NMI inne informacje, które są niedostępne dla innych instytucji. Narodowy instytut metrologii jest w krwioobiegu metrologii światowej. I nie jest prawdą, że inni też mogliby dowiadywać się o tych sprawach. Trzeba być w tym krwioobiegu i kontrolować przepływ informacji. Tego nie udźwignie żadna jednostka wojskowa ani przemysłowa. Często w tym miejscu podaję, za panem Quinnem, przykład brytyjskiego Rolls Royce'a, producenta silników samolotowych. Otóż nawet tej firmy nie stać, żeby samodzielnie prowadzić prace metrologiczne na poziomie, jaki jest potrzebny do produkcji tych urządzeń. Rolls Royce zleca te prace NPL. Można mieć środki, ale nie być w stanie utrzymywać laboratoriów metrologicznych na najwyższym poziomie. To umiejętność właściwa NMI, a nie przemysłowi, nawet wielkiemu. Bierze się z doświadczenia, zdobywanego dziesiątki lat. Tylko NMI może zapewnić odpowiedni personel, właściwą atmosferę pracy, a co za tym idzie zdolności pomiarowe dla prac badawczych przemysłu i wojska.

– Rozmawialiśmy już o konieczności pozyskania dla potrzeb Laboratorium Masy komparatora próżniowego w związku z przygotowywaną redefinicją jednostki masy. Czy są planowane jakieś inne inwestycje w sprzęt w laboratoriach i jakie to pociągnie za sobą koszty?

– Tak, to już się dzieje, choćby w mojej dziedzinie – czasie i częstotliwości. I Główny Urząd Miar nie wyda na to grosza, lecz dostanie w użytkowanie wieczyste. To przyrząd, który jest budowany w NPL i CBK. Środki na budowę dwóch fontann cezowych przekazało Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jedna z fontann będzie przeznaczona dla GUM. NPL buduje je w kooperacji, na zlecenie CBK, z polskim wkładem finansowym i z udziałem fizyków

z CBK. Część prac będzie wykonana w Polsce, żeby zmniejszyć koszty, ale przede wszystkim po to, żeby nauczyć się tej technologii. Jeden z tych przyrządów jest przewidziany w formie podarunku dla GUM. I nie jest to rezultat mojego przyjscia tutaj, ale wynik pracy grupy roboczej ds. czasu, która funkcjonuje już od 17 lat i ma spektakularne wyniki. Przewiduję, że podobne będą w innych dziedzinach pomiarowych. Jest to wskazówka dla zespołów konsultacyjnych, które powstają w GUM.

Z fontanną jest podobny problem lokalowy, jak z komparatorem. Może przy tym pomiarze nie będzie takich zakłóceń, jakie są przy pomiarze masy, ale mówimy o bardzo dużym przyrządzie. Laboratorium Czasu i Częstotliwości musiałyby znaleźć odpowiednio wysoką salę, czyli tak naprawdę zburzyć jakiś strop lub schody. Żeby dostosować miejsce do pracy fontanny, konieczne są wydatki rzędu około pół mln zł. Fontanna dla CBK będzie gotowa na jesieni tego roku, a dla GUM na jesieni 2017 roku. Do tej pory nie będzie jeszcze nowego kampusu laboratoryjnego, ale na początku mamy zamiar ustawić fontannę w Borowcu w CBK w celu weryfikacji, a później być może krótkookresowo w Toruniu, gdzie powstaje zegar optyczny. Zatem w pierwszej fazie druga fontanna będzie trochę „wędrować” po Polsce, czekając na nową siedzibę laboratoriów GUM. W ten sposób też unikniemy kosztów, o których wspomniałem.

– Skoro mówimy o wzorcach państwowych, bo przecież fontanna do nich należy, to aktualnie w GUM utrzymywanych jest 18 wzorców państwowych. Są jednak wzorce odniesienia, które od długiego dość czasu aspirują do uznania je za państwowe. Czy jest Pan Prezes zwolennikiem rozszerzenia tego katalogu i usankcjonowania kolejnych wzorców państwowych?

– Tak, jednak to będzie rezultatem prac zespołów konsultacyjnych, które w tym celu tworzymy. Ani ja, ani pewnie nikt nie posiada takiej wiedzy, by decydować o wszystkich aspektach we wszystkich dziedzinach metrologicznych. Zespoły konsultacyjne pochylały się nad nowymi metodami pomiarowymi, ale również nad powstawaniem nowych wzorców.

– Z tego wynika, że zespoły konsultacyjne będą określały przyszłe zadania krajowej instytucji metrologicznej, przynajmniej w zarysie. Czy zatem Pan Prezes widziałby jakieś nowe obszary w działaniu tych

zespołów, które nie były do tej pory objęte działalnością instytucji?

– Owszem, dla przykładu: nowe źródła energii, czyli między innymi gazyfikacja węgla. WAT pracuje nad różnymi tego typu technologiami. Poza tym technologie satelitarne, czyli dziedzina, która jest mi bliska. Do tej pory laboratorium CBK prowadziło sprawy „Galileo”, teraz nie wyobrażam sobie, żeby nie zajęło się tym intensywnie laboratorium GUM. Uprzedziłem już CBK, że ich laboratorium straci ten przywilej, bo po moim przyjeździe laboratorium GUM w sposób naturalny stanie się bardzo aktywne w dziedzinie pomiarów dla potrzeb nawigacji satelitarnej. 19 lipca odbyło się w GUM spotkanie zespołu „Galileo” PAN, któremu przewodniczę. Daliśmy w ten sposób sygnał, że będziemy się tym zajmować. Wcześniej zespół wędrował po różnych instytucjach. Spotkania odbywały się: w CBK, w Instytucie Łączności, w Ministerstwie Cyfryzacji, które formalnie nadzoruje system „Galileo”. Moją ambicją jest, aby to GUM stał się liderem w dziedzinie nawigacji satelitarnej od strony pomiarów czasu.

– *Z tym związany jest też w jakiś sposób program „Copernicus”...*

– Pośrednio, bo „Copernicus” będzie potrzebował nawigacji satelitarnej. Jest to drugi wielki europejski program satelitarny do obserwacji Ziemi, też oparty na metodach pomiarowych. W przypadku „Galileo” rdzeniem jest jedna technologia, zegary atomowe i pomiar interwału czasu. W przypadku „Copernicus” sposobów pomiaru jest wiele: najróżniejszego rodzaju zdjęcia i czujniki. W związku z tym, że chodzi m.in. o czujniki temperatury, to chciałbym, żeby nasze Laboratorium Temperatury też pochyliło się nad tym aspektem. Tak więc pojawią się w GUM dwa programy: „Galileo” i „Copernicus”. Będziemy oczywiście wykonywać jedynie cząstkowe prace, które wesprą te systemy, ale taka jest właśnie rola narodowych instytutów metrologicznych. Jeśli

chodzi o czas i „Galileo” to wiodącymi są NMI: brytyjski, francuski, niemiecki i włoski. Nasze CBK też odegrało niepoślednią rolę. Do tej pory, ze względu na poprzednie ograniczenia GUM, CBK zajmowało się tym wyzwaniem doraźnie. Ale teraz GUM przejmuję tę rolę.

– *Jako przedstawiciele zespołu redakcyjnego Biuletynu GUM – pisma zajmującego się szeroko problematyką metrologiczną, nie możemy nie zapytać Pana Prezesa o opinię na temat tej sfery działalności urzędu i przyszłego instytutu. Jak Pan Prezes postrzeżałby aktywność publikacyjną pracowników?*

– Oczywiście widziałbym chętnie taką aktywność. Chciałbym, żeby jak najwięcej prac było publikowanych, bo pisanie porządkuje i nadaje rygor pracy laboratoryjnej. Jest to też jeden z najlepszych sposobów przekazywania wiedzy. Co do prac badawczych w GUM i przyszłym instytucie metrologii, to być może będzie szokujące to, co powiem, ale chciałbym w ogóle odejść od słowa „nauka”. Na przykład nie chciałbym wiceprezesa ds. metrologii naukowej, tylko wiceprezesa ds. wzorców i technologii, bo słowo „nauka” ma w Polsce bardzo szczególną konotację. Kojarzy się często z karierą naukową, a w NMI nie chodzi o kariery naukowe, tylko o prace badawczo-rozwojowe wspierające strategiczne cele państwa i wykonywane przez zespoły badawcze. Oczywiście rdzeniem przyszłego polskiego instytutu metrologicznego będą badania, ale takie, które służą polskiemu przemysłowi i bezpieczeństwu. A jeśli zostaną stworzone dobre warunki, to mogą te badania również prowadzić do wielkich odkryć. W NIST wyrosli przecież laureaci nagrody Nobla.

– *Dziękujemy za rozmowę. Życzymy powodzenia w realizacji ambitnych celów, o których Pan Prezes mówił.*

– Ja również dziękuję.

Jak prawidłowo oznaczać towary paczkowane? Seminarium w GUM

Ponad 60 przedstawicieli urzędów administracji publicznej, które zajmują się towarami paczkowanymi (w tym m.in. Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Agencji Rynku Rolnego oraz administracji miar) wzięło udział w seminarium poświęconym najczęściej spotykanym nieprawidłowościom w oznaczeniach na towarach paczkowanych. Organizowane przez Główny Urząd Miar seminarium było kolejnym poświęconym tej problematyce. Wcześniej eksperci GUM szkolili przedsiębiorców, jak prawidłowo oznaczać swoje produkty i jakich błędów unikać.

Tematyka seminarium objęła najistotniejsze zagadnienia związane z oznaczeniami na towarach paczkowanych, wynikającymi z ustawy o towarach paczkowanych, a także dotyczące stosowania jednostek miar na opakowaniach (przepisy dotyczące jednostek miar zawarte są w ustawie Prawo o miarach).

Zgodnie z art. 7 ustawy o towarach paczkowanych oznakowanie umieszczone na towarach paczkowanych powinno być łatwe do odczytania i dobrze widoczne, a także wykonane w sposób niedający się usunąć bez uszkodzenia opakowania. Poza wymaganiami dotyczącymi oznakowania produktów określonymi w przepisach odrębnych, towary paczkowane wprowadzane do obrotu powinny posiadać następujące oznakowania:

- nazwę produktu,

Do oznaczeń jednostek miar **nie można** dołączać żadnych dodatkowych wyrazów, wskaźników bądź liter.

Oznaczenie jednostki miary **pisze się** bez kropki na końcu.

Przykład:

Tak: 10 g e 200 ml 100 g

Nie: 100 ge 20 ml. 100 g.

- ilość nominalną produktu,
- firmę paczkującego, zlecającego paczkowanie, sprowadzającego lub importera.

Bardzo częstym błędem popełnianym przez paczkujących jest niewłaściwe odwzorowanie na opakowaniu znaku „e”, który potwierdza, że towar spełnia wymagania określone w przepisach ustawy. Prowadzący seminarium Andrzej Czechowski z Biura Nadzoru GUM pokazywał, jak powinien ów znak wyglądać i na które jego elementy należy zwrócić największą uwagę.

Do często spotykanych błędów należą też m.in. nieodpowiednia wysokość cyfr i liter, zły dobór jednostek miar do podawanej ilości minimalnej produktu, czy choćby mylne wpisywanie „wagi produktu” zamiast „masy produktu”.

20 maja obchodziliśmy Światowy Dzień Metrologii

20 maja, po raz szesnasty obchodziliśmy Światowy Dzień Metrologii, upamiętniający rocznicę podpisania w 1875 r. Konwencji Metrycznej. Hasło tegorocznego święta – „Pomiary w dynamicznym świecie” jest nawiązaniem do szybko zachodzących zmian w świecie nauki i badań. Choć sam proces pomiarowy wymaga cierpliwości, dokładności i powtarzalności, to metrologia jako nauka o pomiarach jest niezwykle dynamiczna.

O dokładności pomiarów podczas seminarium w GUM

Z okazji „Światowego Dnia Metrologii” w Głównym Urzędzie Miar odbyło się seminarium z udziałem przedstawicieli instytucji rządowych, placówek naukowych, uczelni oraz pracowników administracji miar. Otwierając seminarium dr inż. Włodzimierz Lewandowski, Prezes GUM zauważył,



że Światowy Dzień Metrologii stanowi znakomitą okazję do zwrócenia uwagi społeczeństw na rolę, jaką odgrywa metrologia w codziennym życiu. Jest ona wszędzie tam, gdzie liczy się innowacyjność i gdzie pojawiają się odkrycia naukowe, służące gospodarce i rozwojowi kontaktów handlowych, podnoszeniu jakości życia i ochronie środowiska naturalnego.

– Mam nadzieję, że nasze wspólne działania przyniosą podniesienie rangi metrologii w życiu gospodarczym, a także pozwolą na dynamiczny rozwój naszej instytucji i przekształcenie jej w nowoczesną placówkę naukową, nastawioną na tworzenie wartości dodanej dla podniesienia innowacyjności polskiej gospodarki – podkreślał w swoim wystąpieniu Prezes GUM. Było ono też okazją do złożenia polskim metrologom najlepszych życzeń w dniu ich święta.



Wkład naukowy w uroczystość „Światowego Dnia Metrologii” wnieśli autorzy referatów prezentowanych podczas seminarium. Pierwszy z nich, przedstawiony przez prof. dr hab. Ewę Bułską z Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych Uniwersytetu Warszawskiego, dotyczył metrologii chemicznej, a ściślej roli wzorców chemicznych oraz materiałów odniesienia w pracy laboratoriów i potwierdzania wiarygodności pomiarów. Natomiast redaktor



naczelną Biuletynu GUM dr Paweł Fotowicz wyjaśniał, dlaczego zmieniają się definicje jednostek miar. Temat ten autor przedstawia szerzej również na łamach niniejszego Biuletynu. Od dokładności pomiaru zależy jego wiarygodność. Przez lata, a nawet wieki, dokładność pomiarów różnych wielkości wzrastała. I temu właśnie zagadnieniu – dokładności pomiaru w kontekście praktyki metrologicznej – poświęcił swoje wystąpienie kolejny ekspert GUM, dr Jerzy Borzymiński z Biura Metrologii Prawnej.

Dzień otwarty dla młodzieży

Dzień wcześniej, 19 maja Główny Urząd Miar odwiedziła – w ramach obchodów Światowego Dnia Metrologii – młodzież szkół średnich. Odwiedzający mieli okazję do bliższego poznania, czym jest i jaką rolę w codziennym życiu odgrywa nauka o pomiarach – metrologia. Młodzi ludzie uczestniczyli w pokazach, które dotyczyły pomiarów wielkości elektrycznych i czasu.



Zwiedzając GUM nocą – metrologia obecna podczas Nocy Muzeów

Dużym zainteresowaniem cieszyła się oferta Głównego Urzędu Miar przygotowana na tegoroczną Noc Muzeów, w której uczestniczyły warszawskie muzea, placówki naukowe i kulturalne 14 maja br.

Kilkuset gości skorzystało tego dnia z możliwości zwiedzania z przewodnikiem najciekawszych zbiorów muzealnych GUM. W naszej kolekcji historycznych przyrządów pomiarowych znajdują się tak cenne okazy, jak m.in.: pojemnik z mosiądzu o objętości półkorca warszawskiego z 1797 r., odważnik litewski oznaczony herbem Kościusza z 1677 r., jeden z pierwszych liczników energii elektrycznej firmy Aron z końca XIX w., a także bogaty zbiór odważników i wag, historyczne gazomierze i wodomierze oraz wiele innych niezwykłych przyrządów pomiarowych, które służyły do mierzenia czasu, objętości, masy, siły, długości oraz wielkości fizyko-chemicznych.

Po zapoznaniu się z przeszłością, amatorzy nocnego zwiedzania mieli okazję przenieść się do dnia dzisiejszego podczas krótkiego seansu filmowego i obejrzeć, jak współcześnie wyglądają laboratoria i codzienna praca metrologów w Głównym Urzędzie Miar.

Jednak najwięcej czasu goście spędzali przy stoiskach metrologów i probierzy. Przy pomocy chronokomparatora można było zmierzyć, jak dokładnie

chodzą nasze zegarki, a także sprawdzić, czy rzeczywiście te droższe odmierzają czas precyzyjniej. Wszyscy także bardzo chętnie, nawet mimo późnej pory, sprawdzali swój refleks. Poddani próbie otrzymywali dyplomy, na których skala refleksu rozciągała się od ślimaka, przez sarenkę, aż do strusia.

Zwiedzający chętnie poddawali też próbie przyniesioną przez siebie biżuterię. Probierze, na specjalnych kamieniach probierczych wykonanych z naturalnego litytu, badali próby złotych i srebrnych wyrobów biżuteryjnych, wyjaśniając przy tym metody badania i odpowiadając na szereg pytań związanych z trwałością i pochodzeniem biżuterii.

Najwięcej gości zainteresowanych było oszczędnościami płynącymi z racjonalnego zużycia prądu w domu. Na stoisku prezentowano przykładowe zużycie energii przez różnego rodzaju źródła światła, ładowarki telefoniczne, układy czuwania i gotowości (tzw. stand-by) w urządzeniach domowego użytku. Zwiedzający od razu mieli możliwość sprawdzenia, ile dana aktywność kosztuje i jak bardzo możemy obniżyć zużycie energii, a co za tym idzie i nasze rachunki, wymieniając sprzęt na bardziej oszczędny i ucząc się z niego korzystać w sposób bardziej racjonalny.



Metrologia i zdrowie na 20. Pikniku Naukowym

Tysiące gości oglądało pokazy oraz uczestniczyło w warsztatach i konkursach odbywających się podczas 20. Pikniku Naukowego Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik. 7 maja na Stadionie PGE Narodowym oprócz Głównego Urzędu Miar swoje stoiska przygotowało ponad 200 wystawców, w tym m.in. uczelni, instytutów badawczych, placówek naukowych. Tegorocznej imprezie, która odbyła się pod hasłem „Zdrowie”, towarzyszyła piękna, słoneczna pogoda i doskonała atmosfera, sprzyjająca upowszechnianiu wiedzy naukowej.

Na wielu stoiskach można było posłuchać i zaobserwować ciekawostki z zakresu: medycyny, nauk ścisłych, a także historii. Główny Urząd Miar zapre-

zentował na swoim stoisku pokazy, dzięki którym uczestnicy Pikniku mieli okazję lepiej poznać związki metrologii z medycyną i zdrowiem.

Goście stoiska GUM chętnie sprawdzali, jak działa analizator wydechu oraz testowali własne okulary optyczne i przeciwsłoneczne, uzyskując informacje na temat stopnia tłumienia promieniowania UV i VIS. Dużym powodzeniem, zwłaszcza u najmłodszych uczestników Pikniku, cieszyło się badanie refleksu – każdy zwiedzający mógł sprawdzić swój czas reakcji, a także poznać działanie chronokomparatora, czyli przyrządu do sprawdzania chodu zegarków naręcznych.



Dlaczego zmieniają się definicje jednostek miar?

Why the definitions of measurement units are changed?

dr Paweł Fotowicz (Redaktor działu Technika i Pomiary)

Redefinicje podstawowych jednostek miar stają się koniecznością dziejową w metrologii. Definicje jednostek ewoluowały od odwoływania się do artefaktu, poprzez zjawiska fizyczne ku wartościom stałych fizycznych. To uwolni je od potrzeby dalszych zmian w sposobie ich definiowania oraz umożliwi nadanie im jednolitej formy zapisu.

Redefinitions of the base units of measurement become a historical necessity in metrology. Definitions evolved from referring to the artifact, through physical phenomena to the values of physical constants. Thus, the need for further changes of units definitions will no longer be necessary, and the units reach a unified form of wording.

W tym roku mija 225. rocznica przyjęcia pierwszej definicji metra, jako podstawowej jednostki miary długości w systemie metrycznym. System metryczny oparty jest na obiektywnych odniesieniach, wykorzystywanych do zdefiniowania jednostek miar. Gdy powstawał, w końcu XVIII wieku, był równie rewolucyjny jak miejsce i czas jego narodzin, w dobie Rewolucji Francuskiej. Rewolucja ta, niosąc nowe idee społeczne, pragnęła również przyczynić się do

stworzenia nowego rozwiązania w dziedzinie miar, odchodząc od ich antropometrycznego charakteru, opartego na wymiarach ludzkiego ciała, tak charakterystycznego dla dawniej stosowanych miar. Za podstawowe odniesienie uznano wymiary Ziemi, reprezentowane przez jej południk. W 1891 r. przyjęto pierwszą definicję metra w postaci jednej dziesięciomilionowej połowy południka, ze względów politycznych przechodzącego przez Paryż. Jednakże

Definicje metra

1. metr – jedna dziesięciomilionowa połowy południka przechodzącego przez Paryż, zawartego między równikiem i biegunem północnym – uchwała Francuskiego Zgromadzenia Narodowego **z 1791 r.**
2. metr – odległość w temperaturze 0 °C dwóch krańców ograniczających metr archiwalny – przechowywany we francuskim archiwum państwowym **od 1799 r.**
3. metr – odległość między osiami dwóch głównych kresiek naciętych na wzorcu, uznanym przez I Generalną Konferencję Miar za międzynarodowy prototyp metra, gdy wzorzec ten znajduje się w temperaturze 0 °C – uchwała I Generalnej Konferencji Miar **z 1889 r.**
4. metr – długość równa 1 650 763,73 długości fali w próżni promieniowania odpowiadającego przejściu między poziomami $2p_{10}$ a $5d_5$ atomu kryptonu 86 – uchwała XI Generalnej Konferencji Miar **z 1960 r.**
5. metr – długość drogi przebytej w próżni przez światło w czasie $1/299\,792\,458$ sekundy – uchwała XVII Generalnej Konferencji Miar **z 1983 r.**

praktyczne zrealizowanie tej definicji nie było łatwe, szczególnie w trudnych czasach rewolucyjnych. Zadania tego podjęli się dwaj francuscy uczeni Jean Baptiste Delambre i Pierre Francois Méchain. Delambre wykonywał pomiary metodą triangulacyjną na odcinku od Dunkierki do Rodez, a Méchain pomiędzy Barceloną a Rodez. W 1799 r. ostatecznie przyjęto, wyznaczoną na drodze pomiarów geodezyjnych, długość metra i na tej podstawie wykonano z platyny jego materialny wzorzec w postaci końcowej (odległość metra wyznaczały końcowe jego powierzchnie). Od tej pory wzorzec ten definiował samą jednostkę długości systemu metrycznego. Jednocześnie wykonano platynowy wzorzec kilograma, który miał być odpowiednikiem masy jednego litra wody. Oba artefakty zdeponowano w Archiwum Republiki Francuskiej [1].

Sposób definiowania podstawowych jednostek miar w oparciu o artefakty przyjęto również po podpisaniu Konwencji Metrycznej w 1875 r. Metr wyznaczała odległość pomiędzy środkowymi kresami wzorca kreskowego, wykonanego ze stopu platynowo-irydowego. Jednakże dokładność odtwarzania takiej jednostki nie była zbyt wysoka (niepewność względna $2 \cdot 10^{-7}$). Znacznie wyższą odtwarzalność jednostki długości zapewniało zjawisko interferencji fali optycznej, pochodzącej z monochromatycznego źródła promieniowania. Prace nad tym zjawiskiem i budowę interferometru do jego realizacji prowadził Albert Abraham Michelson, noblista z Kujaw [2]. Ścisłe współpracując z Międzynarodowym Biurem Miar, już pod koniec XIX wieku zaproponował zdefiniowanie metra w oparciu o wielokrotność długości fali światła. Idea ta została zrealizowana dopiero w drugiej połowie XX wieku, gdy ostatecznie porzucano sposób definiowania długości w oparciu o artefakt na rzecz definicji opartej o zjawisko fizyczne. Dzięki temu można było odtwarzać jednostkę długości z niepewnością względną $2 \cdot 10^{-8}$, a nawet 10^{-9} [3]. Jednakże lata 60. XX wieku przyniosły nowe źródło promieniowania, jakim jest laser. Emisja wymuszona, uzyskiwana w obszarze rezonatora tego urządzenia, umożliwia wygenerowanie wyjątkowo wąskiej linii widmowej o szerokości spektralnej pozwalającej na odtwarzanie długości z niepewnością względną dochodzącą do 10^{-11} . Interferometry laserowe umożliwiały pomiar odległości z dokładnością lepszą od przyjętej definicji metra w oparciu o promieniowanie monochromatyczne. Musiało to doprowadzić do

kolejnej redefinicji jednostki długości i oparcia jej już nie na zjawisku fizycznym, lecz na stałej fizycznej. Wybór padł na prędkość światła, jako niezmienną wartość w próżni, opierając go na dokonaniach dwóch Albertów: Michelsona i Einsteina. Pierwszy odkrył bowiem, przy pomocy eksperymentu przeprowadzonego jeszcze w XIX w., że prędkość światła jest niezależna od szybkości jej źródła, a drugi sformułował podstawowy postulat szczególnej teorii względności, mówiący o stałości tej prędkości, niezależnej od kierunku i obserwatora. Dlatego przyjęta w 1983 r. definicja metra odwoływała się do umownie ustalonej jej wartości prawdziwej. Dzięki przyjęciu tej definicji możliwe jest wyznaczanie długości fali światła w oparciu o wzór:

$$\lambda \cdot f = c_0 \quad (1)$$

gdzie λ to długość światła, f – jego częstotliwość, a $c_0 = 299\,792\,458$ m/s to umownie przyjęta wartość prawdziwa prędkości światła w próżni. Możliwe jest też zwiększenie dokładności odtwarzania jednostki miary długości, poprzez pomiar częstotliwości i fakt, że sama stała fizyczna, którą uznano za prawdziwą, jest wartością dokładną i nie powiększa niepewności jej wyznaczenia. W ten sposób realizowana jest jednostka długości w układzie państwowego wzorca pomiarowego [4, 5]. Tak oto metr doczekał się w swojej historii aż pięciu kolejnych definicji [6].

Bardziej konserwatywne było podejście do drugiej podstawowej jednostki miary, jaką jest kilogram. Po Konwencji Metrycznej zdecydowano się na wykonanie artefaktów z materiału o większej gęstości niż platyna i wybór padł na stop platynowo-irydowy. Wykonano trzy wzorce, z których jeden, w wyniku porównania, uznano za zgodny z masą artefaktu archiwalnego. Wzorzec ten został uznany za definiujący jednostkę miary masy. Następnie wykonano partię kolejnych 40 wzorców, z tolerancją ± 1 mg [7]. Większość z nich rozdzielono pomiędzy kraje członkowskie Konwencji Metrycznej, a pozostałe przeznaczono na oficjalne kopie kilograma i zdeponowano w sejfie. Pierwsze poważniejsze porównania kopii oficjalnych z międzynarodowym artefaktem przeprowadzono po drugiej wojnie światowej. Ujawniły one zjawisko zmiany masy większości kopii w odniesieniu do wzorca definiującego kilogram. Był to trend wzrostowy, który dobitnie potwierdziły porównania przeprowadzone na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego stulecia. Prawdopodobną przyczyną zmiany masy jest

Propozycje nowych definicji wybranych jednostek miar SI

metr – jednostka długości, której wartość ustalono poprzez przyjęcie dokładnej wartości liczbowej dla prędkości światła w próżni równej 299 792 458, wyrażonej w układzie jednostek SI jako m s^{-1}

kilogram – jednostka masy, której wartość ustalono poprzez przyjęcie dokładnej wartości liczbowej dla stałej Plancka, równej $6,626\ 06\text{X}\cdot 10^{-34}$, wyrażonej w układzie jednostek SI jako $\text{m}^2\ \text{kg}\ \text{s}^{-1}$

amper – jednostka prądu elektrycznego, której wartość ustalono poprzez przyjęcie dokładnej wartości liczbowej dla ładunku elementarnego, równej $1,602\ 17\text{X}\cdot 10^{-19}$, wyrażonej w układzie jednostek SI jako A

kelwin – jednostka temperatury termodynamicznej, której wartość ustalono poprzez przyjęcie dokładnej wartości liczbowej dla stałej Boltzmanna, równej $1,380\ 6\text{X}\cdot 10^{-23}$, wyrażonej w układzie jednostek SI jako $\text{m}^2\ \text{kg}\ \text{s}^{-2}\ \text{K}^{-1}$

mol – jednostka liczności materii określonej jednostki elementarnej, takiej jak atom, molekula, jon, elektron lub każda inna cząstka lub określona grupa takich cząstek, której wartość ustalono poprzez przyjęcie dokładnej wartości liczbowej dla stałej Avogadra, równej $6,022\ 14\text{X}\cdot 10^{23}$, wyrażonej w układzie jednostek SI jako mol^{-1}

Symbol X reprezentuje kolejne cyfry znaczące stałych fizycznych, jeszcze nie zatwierdzone przez CODATA.

zjawisko osadzania się węglowodorów na powierzchni artefaktów. Oszacowany dryf masy to 50 μg na sto lat [7]. Dodatkowym czynnikiem jest też zjawisko utraty masy przez artefakty po czynności czyszczenia i mycia wzorców przed pomiarami, w granicach od 8 μg do 16 μg [8], jak również zjawisko nieliniowej dynamiki jej przerostu już po wykonaniu tej czynności, w granicach od 10 μg na rok, w początkowym okresie, do 1 μg na rok, w długim terminie [9]. Powstał zatem problem jak w przyszłości radzić sobie z tym zjawiskiem. Uznano, że najlepszym rozwiązaniem będzie powiązanie jednostki masy, podobnie jak jednostki długości, też ze stałą fizyczną i wykorzystanie do jej odtwarzania zjawiska fizycznego. Wybór padł na wagę prądową, w której ciężar artefaktu równoważony jest siłą elektrodynamiczną. Jednakże nie opcja równoważenia sił okazała się dokładniejsza przy odtwarzaniu masy, lecz opcja dynamiczna działania tego urządzenia, polegająca na równoważeniu mocy wydzielanej w polu magnetycznym przez ruchomą cewkę prądową mocą wydzielaną w polu grawitacyjnym przez poruszającą się w nim masę. Równoważenie to określa poniższy wzór:

$$U \cdot I = m \cdot g \cdot v \quad (2)$$

gdzie U to napięcie, a I to natężenie prądu w obwodzie ruchomej cewki, m – masa, g – przyspieszenie ziemskie, a v – prędkość ruchu masy. Ze względu na to, że pomiary parametrów elektrycznych odnoszą się do wzorców wykorzystujących zjawisko Josephsona i kwantowy efekt Halla [10], stosowane są stałe Josephsona i von Klitzinga: K_J i R_K , powiązane ze stałą Plancka h zależnością:

$$h = \frac{4}{R_K \cdot K_J^2} \quad (3)$$

Masę można określić definicyjnie, bez odwoływania się do artefaktu [11]:

$$m = h \frac{K_J^2 \cdot R_J \cdot U \cdot I}{4 \cdot g \cdot v} \quad (4)$$

gdzie kluczowym parametrem jest stała Plancka. Od wyznaczenia jej wartości zależy poprawność zdefiniowania jednostki miary masy, tak jak od przyjętej wartości prędkości światła zależy poprawność definicji metra. Wymaga to również ustalenia wzajemnej zgodności pomiędzy ustalonymi wartościami wszystkich trzech stałych fizycznych: Plancka, Josephsona i von Klitzinga. Taką zgodność osiągnięto w 2014 r., gdy Komitet ds. Danych dla Nauki i Techniki

CODATA podał zaktualizowane wartości tych trzech podstawowych stałych fizycznych. Wynika z nich, że różnica pomiędzy wartością stałej Plancka, obliczoną na podstawie zależności (3) i jej wartością ustaloną na drodze eksperymentalnej, różni się tylko o jednostkę na dziewiątej pozycji dziesiętnej, co przekłada się na niedokładność definiowanej jednostki miary masy, w granicach dziesiątych części mikrograma. Jest to wartość stukrotnie mniejsza od niepewności wyznaczenia samej stałej Plancka. W ten sposób otwiera się droga ku skutecznej redefinicji kilograma w oparciu o stałą fizyczną, wraz z możliwością jej praktycznej realizacji [12].

Chcąc uniknąć w przyszłości konieczności ponownej redefinicji podstawowych jednostek miar, nowe definicje opierać się będą o stałe fizyczne. Dla każdej podstawowej jednostki odniesieniem będzie inna stała fizyczna. Przykładowo, dla metra – prędkość światła w próżni, dla kilograma – stała Plancka, dla ampera – elementarny ładunek elektryczny, dla kelwina – stała Boltzmana, a dla mola – stała Avogadra [13]. Składnia definicji będzie podobna, a różnica dotyczyć będzie przede wszystkim przyjętych wartości liczbowych, jako wartości umownie prawdziwych, dla każdej stałej fizycznej oddzielnie. Tak oto spełni się pragnienie twórców systemu metrycznego, by oprzeć definicje jednostek miar o niezmiennie i trwale odniesienia.

Literatura

- [1] Kowalczevska Z., *Historja systemu metrycznego (1791–1921)*, Przegląd Techniczny, tom LIX, nr 13 i 14, rok 1921, s. 85–89.
- [2] *Albert Abraham Michelson noblista z Kujaw*. Studia i materiały pod redakcją D. Kurzawy, Strzelno 2007.
- [3] Obalski J., *Zasady międzynarodowego układu jednostek miar SI*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
- [4] Ramotowski Z., Walczuk J., *Państwowy wzorzec jednostki miary długości jako przykład praktycznej realizacji metra*, Biuletyn GUM nr 4(8), rok 2007, s. 3–8.
- [5] Czulek D., Szumski R., *Modernizacja państwowego wzorca jednostki długości poprzez zastosowanie syntezy częstotliwości*, Biuletyn GUM nr 3(18), rok 2010, s. 44–47.
- [6] Jakubiec W., Malinowski J., *Metrologia wielkości geometrycznych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004.
- [7] Davis R., *The SI unit of mass*, Metrologia vol. 40, rok 2003, s. 299–305.
- [8] Stock M., Barat P., Davis R. S., Picard A., Milton M. J. T., *Calibration campaign against the international prototype of the kilogram in anticipation of the redefinition of the kilogram part I: comparison of the international prototype with its official copies*, Metrologia, vol. 52, rok 2015, s. 310–316.
- [9] Nielsen L., Davis R., Barat P., *Improving traceability to the international prototype of the kilogram*, Metrologia, vol. 52, rok 2015, s. 538–551.
- [10] Dudek E., Mosiądz M., Orzepowski M., *Wzorce wielkości elektrycznych oparte na zjawiskach kwantowych*, Biuletyn GUM nr 3(14), rok 2009, s. 3–16.
- [11] Taylor B. N., Mohr P. J., *On the redefinition of the kilogram*, Metrologia, vol. 36, rok 1999, s. 63–64.
- [12] Newell D., *A more fundamental International System of Units*, Physics Today, vol. 67, rok 2014, s. 35–41.
- [13] *Resolutions adopted by the General Conference on Weights and Measures (24th meeting)*, Paris, s. 17–21 October 2011.

Wpływ przyjęcia stałej wartości gęstości paliwa na dokładność przedstawianej w odmierzacach paliw ciekłych objętości w temperaturze bazowej

The influence of the adoption constant fuel density on the accuracy of measured volume in liquid fuel dispensers at the base temperature

Stanisław Kowalczyk (Zakład Mechaniki GUM)

Odmierzacze paliw ciekłych mierzą objętość paliwa w temperaturze pomiaru. W artykule przeprowadzono analizę wpływu przyjęcia stałej gęstości paliwa na dokładność przeliczania objętości paliwa wydanego w temperaturze pomiaru, na objętość tego paliwa przedstawianą w temperaturze bazowej (15 °C).

The fuel dispensers measure the volume of liquid fuel in the measuring temperature. The article presents an analysis of the influence of the adoption constant fuel density on the accuracy of counting of the fuel volume dispensed in measurement temperature for the volume of fuel presented at the base temperature (15 °C).

Wprowadzenie

Sprzedaż paliwa na stacjach paliw odbywa się za pomocą odmierzaczy paliw ciekłych. W ostatnich latach, w Polsce zostały wprowadzone do obrotu odmierzacze wydające paliwo w temperaturze bazowej 15 °C. Odmierzacze te wyposażone są w przeliczniki. Wielkościami wejściowymi przesyłanymi do przelicznika są ilości wydanego paliwa, jego temperatura oraz gęstość. Wielkości te podawane są z czujnika objętości i urządzeń współpracujących z przelicznikiem, takich jak czujniki temperatury oraz opcjonalnie gęstościomierze. Określenie gęstości paliwa jest niezbędne, gdyż rozszerzalność paliwa w funkcji temperatury jest nieliniowa. Do określenia objętości paliwa w temperaturze bazowej stosuje się tablice przeliczeniowe ASTM 54B [1], wprowadzone normą PN-ISO 91-1:1999 [2].

W odmierzacach paliw, wprowadzonych do użytkowania, które przedstawiają objętość wydanego paliwa w temperaturze bazowej, gęstościomierze nie są montowane. Gęstość paliwa przyjmowana jest jako stała wartość wpisywana do przelicznika odmierzacza.

Przeprowadzono analizę wpływu przyjęcia stałej wartości gęstości paliwa na błąd przeliczania

objętości paliwa wydawanego w temperaturze pomiaru, na objętość paliwa w temperaturze bazowej.

Analiza wpływu przyjęcia stałej wartości gęstości

Do analizy przyjęto gęstość benzyny i oleju napędowego w temperaturze 15 °C, wynoszące przykładowo 756 kg/m³ i 832 kg/m³ oraz 820 kg/m³ (jako umowne wartości odniesienia). Gęstości te przyjęte są w taki sposób, aby błąd, zarówno dla gęstości „mniejszej”, jak i dla gęstości „większej” od przyjętej, dawał zbliżone błędy względne określone w stosunku do objętości dla przyjętej gęstości. Przyjęte gęstości paliw ciekłych są przykładowe i nie stanowią propozycji gęstości normatywnych.

Założono, że podczas badania wydane zostało dokładnie 100 dm³ paliwa w temperaturze pomiaru. Następnie przeliczono objętość tego paliwa do objętości w temperaturze bazowej. Wartość określona przy przyjętej gęstości jest objętością poprawną i do tej objętości odnoszona jest objętość paliwa określona w temperaturze bazowej, dla gęstości skrajnych dla danego gatunku paliwa, oraz wyznaczany jest błąd względny:

$$e = \frac{V_b - V_{\text{bref.}}}{V_{\text{bref.}}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

gdzie:

V_b – objętość benzyny o gęstości określonej w temperaturze bazowej,

$V_{\text{bref.}}$ – objętość benzyny o umownie przyjętej gęstości odniesienia w temperaturze bazowej (wartość przyjęta jako wartość poprawna).

Przyjęto, że paliwo będzie wydawane w temperaturze 0 °C i 19 °C. Temperatura maksymalna została określona na podstawie miesięcznych temperatur powietrza dla Warszawy w latach 1981–2010 [3]. Temperatura 0 °C została przyjęta ze względu na fakt, że paliwo przechowywane jest w zbiornikach podziemnych. Zbiorniki te posadowione są zawsze poniżej poziomu zamarzania gruntu. Z powyższego

wynika, że paliwo w zbiorniku ma zawsze temperaturę wyższą niż 0 °C, niemniej do analizy przyjęto ekstremalny zakres zmian temperatury, jakie mogą wystąpić w zbiornikach. Rzeczywista temperatura paliwa w zbiornikach podziemnych waha się od 5 °C do 15 °C.

Analiza wpływu błędnego wskazania termometru

Przyjęto błędy pomiaru temperatury ±0,25 °C i ±0,5 °C (w odniesieniu do temperatury 15 °C). Granice błędów 0,25 °C i 0,5 °C są wartościami, które podano w tablicach przeliczeniowych [2] (zostały przyjęte w ten sposób, w celu uniknięcia interpolacji współczynników korekcji). Założono, że zostało wydane 100 dm³ paliwa o przyjętej do analizy gęstości w temperaturze 15 °C.

Tabela 1. Obliczenia wpływu przyjęcia stałej gęstości paliwa na błąd względny przeliczeń

Gęstość paliwa (kg/m ³)	Temperatura paliwa (°C)	Objętość paliwa w temperaturze pomiaru (dm ³)	Współczynnik korekcji wg normy	Objętość paliwa w temperaturze bazowej (dm ³)	Błąd względny (%)
ρ	t_p	V_p	C_v	V_b	e
Obliczenia dla benzyny					
720	0	100	1,0191	101,91	0,138
756			1,0177	101,77	0,000
775			1,0164	101,64	-0,128
720	19		0,9949	99,49	-0,030
756			0,9952	99,52	0,000
775			0,9956	99,56	0,040
Obliczenia dla oleju napędowego „standardowego”					
820	0	100	1,0132	101,32	0,039
832			1,0128	101,28	0,000
844			1,0125	101,25	-0,030
820	19		0,9965	99,65	-0,010
832			0,9966	99,66	0,000
844			0,9966	99,66	0,000
Obliczenia dla oleju napędowego „o polepszonych właściwościach niskotemperaturowych”					
800	0	100	1,0139	101,39	0,069
820			1,0132	101,32	0,000
840			1,0126	101,26	-0,059
800	19		0,9963	99,63	-0,020
820			0,9965	99,65	0,000
840			0,9966	99,66	0,010

Tabela 2. Obliczenia wpływu błędu pomiaru temperatury na błąd względny przeliczeń

Temperatura paliwa (°C)	Objętość paliwa w temperaturze pomiaru (dm ³)	Współczynnik korekcji wg normy	Objętość paliwa w temperaturze bazowej (dm ³)	Błąd względny (%)
t_p	V_p	C_v	V_b	e
Obliczenia dla benzyny o gęstości równej $\rho = 756 \text{ kg/m}^3$				
14,5	100	1,0006	100,06	0,06
14,75		1,0003	100,03	0,03
15		1,0000	100,00	0,00
15,25		0,9997	99,97	-0,03
15,5		0,9994	99,94	-0,06
Obliczenia dla oleju napędowego „standardowego” o gęstości $\rho = 832 \text{ kg/m}^3$				
14,5	100	1,0004	100,04	0,04
14,75		1,0002	100,02	0,02
15		1,0000	100,00	0,00
15,25		0,9998	99,98	-0,02
15,5		0,9998	99,96	-0,04
Obliczenia dla oleju napędowego „o polepszonych właściwościach niskotemperaturowych” o gęstości $\rho = 820 \text{ kg/m}^3$				
14,5	100	1,0004	100,04	0,04
14,75		1,0002	100,02	0,02
15		1,0000	100,00	0,00
15,25		0,9998	99,98	-0,02
15,5		0,9996	99,96	-0,04

Błąd maksymalny

Maksymalny błąd wynika z przyjęcia stałej gęstości oraz błędów czujnika temperatury do przeliczenia objętości paliwa wydawanego w temperaturze pomiaru na objętość paliwa w temperaturze bazowej.

Błąd sumaryczny oblicza się z pierwiastka sumy kwadratów błędów cząstkowych. Dla benzyny uzyskano maksymalny błąd wywodzący się z przyjęcia stałej gęstości, równy 0,138 % oraz błąd wynikający z błędnego pomiaru temperatury, równy 0,06 %. Z tego wynika, że sumaryczny błąd pomiaru będzie wynosić 0,15 %.

Dla oleju napędowego analogiczne błędy wynoszą odpowiednio 0,069 % i 0,04 %, co daje błąd pomiaru 0,08 %.

Wnioski

Powyższa analiza pozwala stwierdzić, że sumaryczny błąd wynikający z przyjęcia stałej wartości gęstości i z błędu, zamontowanego w odmierzaczu paliw czujnika temperatury, nie większego niż $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, nie przekracza 0,15 %.

Literatura

- [1] ASTM D 1250-80, tabela 54B – Generationized Products Correction of Volume to 15 °C Against Density at 15 °C.
- [2] PN-ISO 91-1:1999 Tabele przeliczeniowe dla przetworów naftowych – Tabele oparte na temperaturach odniesienia 15 °C i 60 °F.
- [3] Strona internetowa Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej <http://www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne/>.

Nowe pierwotne konduktometryczne materiały odniesienia GUM – wytwarzanie i certyfikacja

New primary reference materials of electrolytic conductivity – preparation and certification

Joanna Dumańska, Anna Pietrzak, Władysław Kozłowski (Zakład Fizykochemii, GUM)

W artykule opisano metody wytwarzania i certyfikacji opracowanych w Laboratorium Elektrochemii nowych pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia (CRMs). Certyfikację obejmującą wzorcowanie RMs metodą podstawową, badania jednorodności oraz stabilności krótko- i długoterminowej wykonywano zgodnie z przewodnikami ISO Guide 34 i ISO Guide 35 oraz normą PN-EN ISO/IEC 17025. Nowe pierwotne konduktometryczne CRMs odtwarzają następujące wartości przewodności elektrycznej właściwej: 0,01 S/m, 0,1 S/m, 1 S/m i 10 S/m (wartości nominalne) i stanowią źródło spójności dla wtórnych konduktometrycznych CRMs stosowanych w pomiarach rutynowych. Konduktometryczne CRMs są stosowane do wzorcowania przyrządów pomiarowych (czujniki konduktometryczne, konduktometry) w celu zapewnienia spójności wyników pomiarów (z jednostkami układu SI – S i m) oraz ich porównywalności.

Methods of preparation and certification of new primary electrolytic conductivity certified reference materials (CRMs), developed in Laboratory of Electrochemistry, are presented. Certification consisting of calibration of RMs by primary method, homogeneity, short-term and long-term stability studies were performed in accordance with ISO Guide 34, ISO Guide 35 and PN-EN ISO/IEC 17025. New primary electrolytic conductivity CRMs reproduce the following values of electrolytic conductivity: 0,01 S/m, 0,1 S/m, 1 S/m and 10 S/m (nominal values) and are the source of traceability for secondary CRMs. Electrolytic conductivity CRMs are used for calibration of measurement devices (conductivity cells and conductivity meters) to ensure the traceability of measurement results (to the SI units – S and m) and their comparability.

Wstęp

Pomiary przewodności elektrycznej właściwej roztworów elektrolitów (pomiary konduktometryczne), miary zawartości jonów w roztworach, są stosowane w wielu dziedzinach. W ochronie zdrowia i środowiska pomiary konduktometryczne służą m.in. do oceny stanu czystości odprowadzanych ścieków, wód powierzchniowych (rzek i jezior) oraz wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi. W laboratoriach medycznych pomiary konduktometryczne są wykorzystywane m.in. do monitorowania dializ, a w przemyśle (np. farmaceutycznym, chemicznym, spożywczym, kosmetycznym, energetycznym) mają zastosowanie zarówno w kontroli procesów technologicznych, jak i w ocenie jakości produktów.

Zapewnienie spójności wyników pomiarów konduktometrycznych z jednostkami Międzynarodowego Układu Jednostek SI (S i m), oraz ich porównywalności jest realizowane poprzez użycie certyfikowanych materiałów odniesienia (CRMs) do wzorcowania układów pomiarowych (czujników konduktometrycznych i konduktometrów).

Do niedawna w Laboratorium Elektrochemii Zakładu Fizykochemii GUM były wytwarzane i certyfikowane wyłącznie wtórne wzorce konduktometryczne, których spójność z układem SI była zapewniona poprzez zastosowanie pierwotnych CRMs duńskiego instytutu metrologicznego (DFM). Wzorce wtórne GUM, typu D (demal), odtwarzały wartości przewodności elektrycznej właściwej od ok. $0,015 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ do ok. $11,5 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$. Po wdrożeniu

w Laboratorium Elektrochemii metody podstawowej (absolutnej) pomiaru przewodności elektrycznej właściwej elektrolitów opracowano procedury wytwarzania i certyfikacji pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia. Wzorce te, o nominalnych wartościach 0,01 S/m, 0,1 S/m, 1 S/m i 10 S/m, stanowią nie tylko nową ofertę GUM pierwotnych konduktometrycznych CRMs, lecz również są źródłem spójności dla wtórnych CRMs.

W artykule przedstawiono wyniki prac nad nowymi pierwotnymi materiałami odniesienia, obejmujące ich wytworzenie i wzorcowanie oraz badania jednorodności, stabilności krótko- oraz długoterminowej zgodnie z przewodnikami ISO 34 [1] i ISO 35 [2], normą PN-EN ISO/IEC 17025 [3] oraz Przewodnikiem wyrażania niepewności pomiaru [4].

Wytworzenie i wzorcowanie pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia

Do sporządzenia roztworów wzorców używano chlorku potasu, KCl 99,999 Suprapure® firmy Merck o czystości 99,999 %, wysuszonego w temperaturze 500 °C. Rozpuszczano go w ultraczystej wodzie, otrzymywanej w systemie do oczyszczania wody Milli-Q metodą odwróconej osmozy i dejonizacji (tabela 1). Przewodność elektryczna właściwa wody w stanie równowagi z powietrzem nie przekraczała 1,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. W celu rozpuszczenia chlorku potasu i ujednorodnienia roztwory były mieszane za pomocą wytrząsarki laboratoryjnej.

Tabela 1. Skład pierwotnych CRMs

Nominalna przewodność elektryczna właściwa κ_{nom} ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)	Molalność ($\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$)
0,01	$6,72\cdot 10^{-4}$
0,1	$7,04\cdot 10^{-3}$
1	$7,65\cdot 10^{-2}$
10	$8,55\cdot 10^{-1}$

Wyznaczenie wartości przewodności elektrycznej właściwej materiału odniesienia i jej niepewności oraz badania jednorodności sporządzonych roztworów wzorców, ich stabilności krótko- i długoterminowej, wykonano w Laboratorium Elektrochemii na stanowisku pomiarowym odtwarzającym jednostkę miary

przewodności elektrycznej właściwej metodą podstawową. Metoda ta (metoda absolutna) polega na wyznaczeniu rezystancji elektrolitu w zwymiarowanym geometrycznie tłokowym naczyniu konduktometrycznym. Wartość rezystancji elektrolitu jest wyznaczana z pomiarów impedancji w funkcji częstotliwości prądu przemiennego dla dwóch położenia ruchomej elektrody tłokowej. Stała naczynia konduktometrycznego, konieczna do wyznaczenia przewodności elektrycznej właściwej elektrolitu, jest obliczana z wartości średnicy wewnętrznej naczynia oraz zmiany położenia elektrody tłokowej. Wartość przewodności elektrycznej właściwej κ jest obliczana ze wzoru:

$$\kappa = \frac{K}{(R_u - R_l)} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \cdot (t - t_r)} = \frac{4 \cdot (l_u - l_l)}{(R_u - R_l) \cdot \pi \cdot D^2} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \cdot (t - t_r)} \quad (1)$$

gdzie:

K – stała naczynia,

R_u – rezystancja elektrolitu (elektroda tłokowa w pozycji górnej),

R_l – rezystancja elektrolitu (elektroda tłokowa w pozycji dolnej),

D – wewnętrzna średnica naczynia konduktometrycznego,

l_u – położenie elektrody w pozycji górnej,

l_l – położenie elektrody w pozycji dolnej,

t – temperatura podczas pomiaru,

t_r – temperatura odniesienia,

α – współczynnik temperaturowy.

W tabeli 2. podano wyniki wzorcowania badanych roztworów konduktometrycznych odtwarzających jednostkę miary przewodności elektrycznej właściwej elektrolitów.

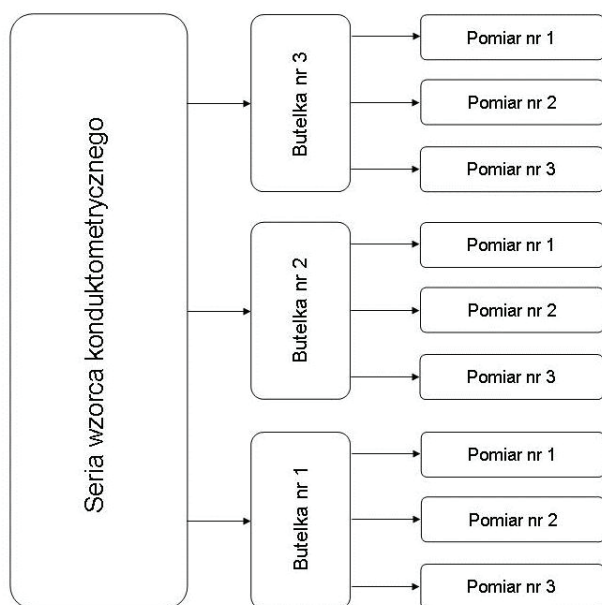
Tabela 2. Wyniki wzorcowania pierwotnych CRMs

Nominalna przewodność elektryczna właściwa κ_{nom} ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)	κ ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)	$U(k=2)$ ($\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)
0,01	0,0100000	0,0000070
0,1	0,099982	0,000046
1	0,99987	0,00035
10	10,0227	0,0077

Badania jednorodności, stabilności krótko- i długoterminowej konduktometrycznych materiałów odniesienia

Badania jednorodności konduktometrycznych materiałów odniesienia

Wytworzona seria każdego wzorca konduktometrycznego była mieszana 10 godzin na wytrząsarce laboratoryjnej. Po tym czasie badany roztwór przelewano do butelek, spośród których wybrano losowo 3 butelki (oznaczone numerami od 1 do 3). Badania jednorodności przeprowadzono według schematu przedstawionego na rys. 1.



Rys. 1. Schemat badania jednorodności pierwotnych CRMs

Do oszacowania jednorodności wzorców konduktometrycznych zastosowano arkusz kalkulacyjny Excel, w którym przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA), a wyniki F -testu zebrano w tabeli 3. F -test wykazał, że niejednorodność roztworów wzorców jest statystycznie nieistotna ($F < F_{crit}$, wartości krytycznej F dla założonego poziomu istotności $\alpha = 0,05$). Zatem przyjęto, że niepewność pochodząca od niejednorodności roztworu wzorca konduktometrycznego jest zaniedbywanie mała [5, 6].

Badania stabilności krótkoterminowej konduktometrycznych materiałów odniesienia

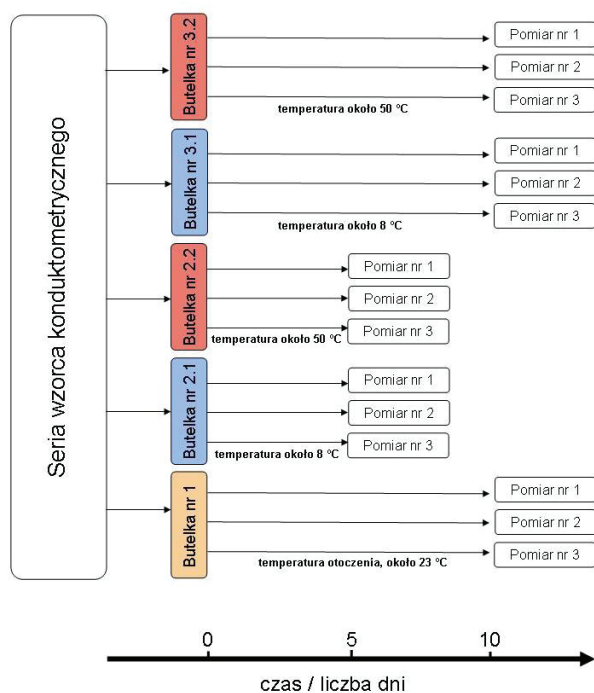
Badania stabilności krótkoterminowej miały na celu sprawdzenie, czy parametry metrologiczne wzorców ulegają zmianom w warunkach transportu. Badania przeprowadzono według schematu przedstawionego na rys. 2.

Roztworami wzorców napełniano po 5 butelek o pojemności 500 ml i oznaczano: Butelka nr 1, Butelka nr 2.1, Butelka nr 2.2, Butelka nr 3.1, Butelka nr 3.2, a następnie je ważono. Butelkę 1 pozostawiono w temperaturze pokojowej. Butelki 2.1 i 3.1 umieszczono w lodówce w temperaturze 8 °C, odpowiednio na 5 i 10 dni, butelki 2.2 i 3.2 umieszczono w suszarce w temperaturze 50 °C, również odpowiednio na 5 i 10 dni. Po upływie 5 i 10 dni ponownie wyznaczono wartości przewodności elektrycznej właściwej badanych roztworów metodą podstawową. Wyniki wzorcowania wzorców o przewodności 10 mS·m⁻¹ i 1 S·m⁻¹ przedstawiono graficznie na rys. 3.

Tabela 3. Wyniki badania jednorodności pierwotnych CRMs – F -test

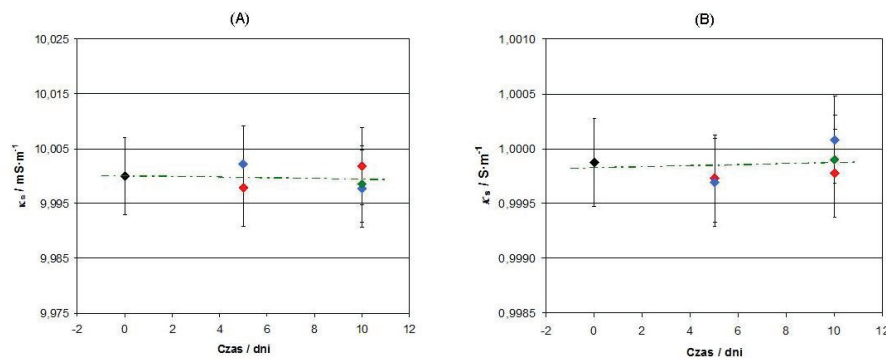
ANALIZA WARIANCJI						
Wzorzec	Źródło wariancji	SS	df	MS	F	F_{crit}
0,01 S/m	Pomiędzy butelkami	6,36E-11	2	3,18E-11	1,512976	5,143253
	W butelce	1,26E-10	6	2,1E-11		
	Razem	1,9E-10	8			
0,1 S/m	Pomiędzy butelkami	1,81E-09	2	9,04E-10	0,242266	5,143253
	W butelce	2,24E-08	6	3,73E-09		
	Razem	2,42E-08	8			
1 S/m	Pomiędzy butelkami	4,23E-07	2	2,11E-07	2,733566	5,143253
	W butelce	4,64E-07	6	7,74E-08		
	Razem	8,87E-07	8			

SS – suma kwadratów odchyień ($SS = \sum(X_i - \bar{X})^2$), df – liczba stopni swobody ($df = n - 1$), MS – średnie kwadraty odchyień ($MS = SS/df$)



Rys. 2. Schemat badania stabilności krótkoterminowej pierwotnych CRMs

Za pomocą arkusza kalkulacyjnego Excel przeprowadzono analizę regresji. Analiza ta potwierdziła brak wyraźnego trendu malejącego lub rosnącego wartości przewodności elektrycznej właściwej badanych roztworów w czasie przechowywania wzorców w podwyższonej lub obniżonej temperaturze dla obu typów wzorców. Na podstawie wyników badań stabilności krótkoterminowej stwierdzono, że w symulowanych warunkach transportu przewodność elektryczna właściwa roztworów wzorców nie ulega zmianie. Uznano więc, że udział stabilności krótkoterminowej w niepewności materiału odniesienia może zostać pominięty [5, 7].



Rys. 3. Badania stabilności krótkoterminowej wzorca 0,01 S/m (A) oraz 1 S/m (B); ♦ – przewodność elektryczna właściwa serii wzorca konduktometrycznego, ◆ – przewodność elektryczna właściwa wzorca konduktometrycznego po przechowywaniu w temperaturze 8 °C, ◆ – przewodność elektryczna właściwa wzorca konduktometrycznego po przechowywaniu w temperaturze 40 °C, ◆ – przewodność elektryczna właściwa wzorca konduktometrycznego po przechowywaniu w temperaturze pokojowej

Badania stabilności długoterminowej konduktometrycznych materiałów odniesienia

Badania stabilności długoterminowej wzorców konduktometrycznych zaplanowano na okres 12 miesięcy od daty wzorcowania danej partii materiału. Szczelnie zamknięte butelki z materiałami odniesienia przechowywano w temperaturze pokojowej w miejscu zaciemnionym. Po upływie określonego czasu (3, 6, 9 i 12 miesięcy od daty wzorcowania partii materiału) wyznaczano wartości przewodności elektrycznej właściwej κ (S·m⁻¹) pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia metodą podstawową.

Do oszacowania niepewności wynikającej z niestabilności wartości przewodności elektrycznej właściwej w okresie 12 miesięcy od wytworzenia wzorca konduktometrycznego przyjęto model przybliżenia liniowego.

Model regresji liniowej wyraża się jako:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X \quad (2)$$

gdzie b_0 i b_1 współczynniki regresji liniowej (b_0 – punkt przecięcia z osią Y, b_1 – nachylenie prostej) obliczano na podstawie następujących wyrażeń:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (3)$$

oraz

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \cdot \bar{X} \quad (4)$$

gdzie: X_i – i -ta wartość miesiący, \bar{X} – średnia wartość miesiący, Y_i – i -ta wartość przewodności elektrycznej właściwej wzorca, \bar{Y} – średnia arytmetyczna

przewodności elektrycznej właściwej wzorca. Odchylenie standardowe punktów od prostej obliczono według następującego wzoru:

$$s_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2}{n-2}} \quad (5)$$

Odchylenie standardowe przewidywanej wartości przewodności elektrycznej właściwej po 12 miesiącach obliczono korzystając ze wzoru:

$$s_{yp} = s_{y,x} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m} + \frac{(X_{12} - \bar{X})^2}{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}} \quad (6)$$

gdzie n jest liczbą pomiarów wykonanych w danym wzorcowaniu, m jest liczbą wzorcowań.

Rozszerzoną niepewność przewidywanej wartości przewodności elektrycznej właściwej wzorca po 12 miesiącach oszacowano ze wzoru:

$$U_{lts} = t_{p,f=m-2} \cdot s_{yp} \quad (7)$$

gdzie $t_{p,f=m-2}$ – wartość kwantyla rozkładu t -Studenta (dla liczby stopni swobody równej $f = m-2$).

Wyniki badania stabilności długoterminowej wzorców konduktometrycznych, odpowiednio

0,01 S/m, 0,1 S/m oraz 1 S/m, 10 S/m, przedstawiono graficznie odpowiednio na rys. 4. i rys. 5.

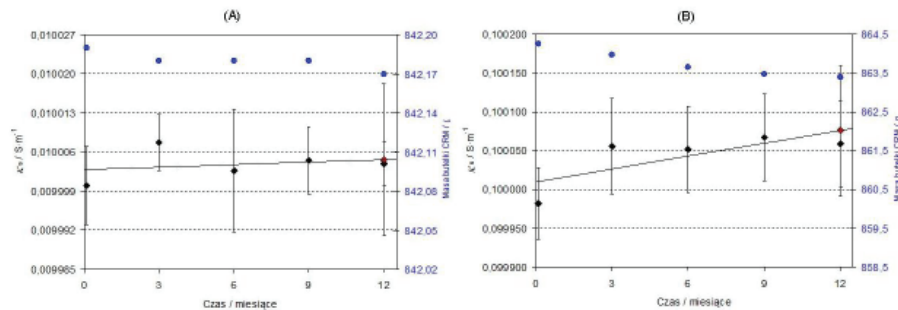
Szacowanie niepewności wzorców konduktometrycznych

Zgodnie z ISO Guide 35 [5], przy szacowaniu złożonej niepewności standardowej certyfikowanego materiału odniesienia należy uwzględnić następujące udziały: złożoną niepewność standardową wzorcowania, niepewność pochodzącą od jednorodności oraz stabilności materiału odniesienia, według następującego wzoru:

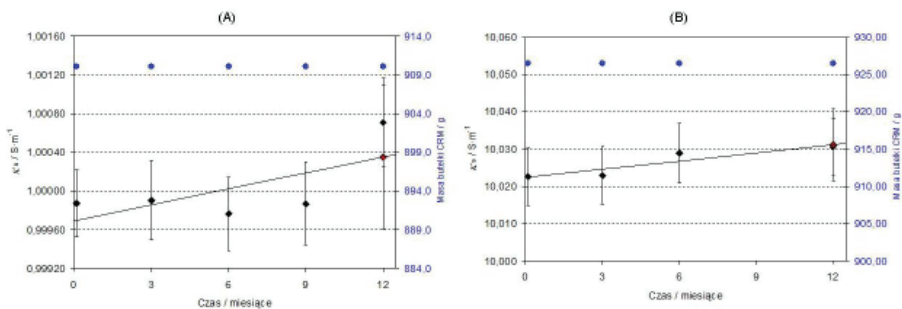
$$u(\kappa) = \sqrt{u_{meas}^2 + u_{lts}^2 + u_{hom}^2 + u_{sts}^2} \quad (8)$$

gdzie u_{meas} jest złożoną niepewnością standardową wzorcowania materiału odniesienia, u_{lts} jest niepewnością wynikającą ze stabilności długoterminowej wzorca, u_{hom} jest niepewnością wynikającą z jednorodności roztworu wzorca, u_{sts} jest niepewnością wynikającą ze stabilności krótkoterminowej wzorca.

Zaprezentowane wyniki badań jednorodności oraz stabilności krótkoterminowej wzorców konduktometrycznych potwierdziły jednorodność badanych roztworów oraz ich stabilność w symulowanych



Rys. 4. Badania stabilności długoterminowej pierwotnych CRMs: 0,01 S/m (A), 0,1 S/m (B). Zależność przewodności elektrycznej właściwej wzorca (♦) oraz masy butelki z wzorcem (●) od czasu. ♦ – przewidywana wartość przewodności elektrycznej właściwej wzorca konduktometrycznego po 12 miesiącach



Rys. 5. Badania stabilności długoterminowej pierwotnych CRMs: 1 S/m (A), 10 S/m (B). Zależność przewodności elektrycznej właściwej wzorca (♦) oraz masy butelki z wzorcem (●) od czasu. ♦ – przewidywana wartość przewodności elektrycznej właściwej wzorca konduktometrycznego po 12 miesiącach

Tabela 4. Certyfikowane wartości przewodności elektrycznej właściwej pierwotnych CRMs w GUM

Typ wzorca	κ (S·m ⁻¹)	u_{meas} (S·m ⁻¹)	u_{lis} (S·m ⁻¹)	U ($k = 2$) (S·m ⁻¹)
0,01 S/m	0,0100000	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$4,3 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$ (0,11 %)
0,1 S/m	0,099982	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-5}$ (0,07 %)
1 S/m	0,99987	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$ (0,07 %)
10 S/m	10,0227	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$ (0,09 %)

warunkach transportu. Przyjęto więc, że udział niepewności, wynikający z tych źródeł w złożonej niepewności wzorca konduktometrycznego jest zanedbywalnie mały. Złożoną niepewność pierwotnych wzorców konduktometrycznych GUM obliczano ze wzoru:

$$u(\kappa) = \sqrt{u_{\text{meas}}^2 + u_{\text{lis}}^2} \quad (9)$$

W tabeli 4 przedstawiono wyniki szacowania niepewności wzorców konduktometrycznych o nominalnych przewodnościach elektrycznych właściwych, odpowiednio 0,01 S/m, 0,1 S/m, 1 S/m i 10 S/m.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań nowych pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia o wartościach nominalnych 0,01 S/m, 0,1 S/m, 1 S/m i 10 S/m, opracowanych w Laboratorium Elektrochemii (rys. 6). Proces certyfikacji, zgodnie z ISO Guide 34 i ISO Guide 35, objął wzorcowania partii materiałów odniesienia, badania jednorodności roztworów wzorców oraz badania stabilności krótko- i długoterminowej. Przedstawione wyniki badań jednorodności oraz stabilności krótkoterminowej

potwierdziły jednorodność badanych wzorców oraz ich stabilność w symulowanych warunkach transportu. Źródłami niepewności wartości certyfikowanych (podawanych w Świadectwach materiałów odniesienia) pierwotnych konduktometrycznych CRMs są: niepewność wzorcowania oraz niepewność wynikająca ze stabilności długoterminowej wzorca.

Literatura

- [1] ISO Guide 34:2009 „General requirements for the competence of reference material producers”.
- [2] ISO Guide 35:2006(E) „Reference materials – General and statistical principles for certification”.
- [3] PN-EN ISO/IEC 17025 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.
- [4] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, wyd. polskie (1999).
- [5] Linsinger T. P. J., Pauwels J., van der Veen A. M. H., Schimmel H., Lamberty A., *Accred Qual Assur*, 6, 20 (2001).
- [6] van der Veen A. M. H., Linsinger T. P. J., Pauwels J., *Accred Qual Assur*, 6, 26 (2001).
- [7] van der Veen A. M. H., Linsinger T. P. J., Lamberty A., Pauwels J., *Accred Qual Assur*, 6, 257 (2001).



Rys. 6. Pierwotne konduktometryczne materiały odniesienia GUM

Program komputerowy do wzorcowania mostków RLC i wzorców RLC

A computer program for calibration of bridges RLC and RLC models

Anna Orleańska-Szymczyk (Wydział Elektroniki, OUM Wrocław)

Aplikacja o nazwie „Wzorcowanie mostków RLC i wzorców RLC” jest napisana w języku programowania DELPHI. Celem powstania aplikacji było ułatwienie obliczeń oraz generowanie wymaganych dokumentów. Aplikacja została napisana dla konkretnych stanowisk pomiarowych RLC. Algorytmy obliczeń są napisane na podstawie procedur oraz specyfiki stanowisk pomiarowych. Wartości poprawne wzorców, ich niepewności pomiarów, współczynniki temperatury i inne potrzebne dane wynikające ze specyfiki stanowiska oraz „Świadectwa wzorcowania” są wpisywane w odpowiednie tablice aplikacji oraz ulokowane na serwerze. Aplikacja jest wielostanowiskowa. Wszystkie komputery z zainstalowaną aplikacją łączą się z serwerem, pobierając potrzebne dane oraz zapisując budżety i wyniki obliczeń w odpowiednich katalogach generowanych automatycznie.

“Calibration of LCR meters and LCR standards” is an application software written in Delphi programming language. Its main objective is to facilitate the calculations and to generate all required documents. Regarding the scope of the application, it serves as a useful tool for the specific LCR measurement worksites. The calculation algorithms are adapted to the procedures and characteristics of the measurement worksites. All information, namely the proper values of the standards with their measurement uncertainty, the temperature coefficients, the rest of necessary data and “Calibration Certificates” are introduced to the defined application arrays located on the server. The application can be implemented on several worksites. All computers with the installed application connect to the server, from which necessary data are taken while budgets and calculation results are saved in the automatically – generated folders.

30

Wstęp

Podczas prac na stanowiskach pomiarowych posiadanie sprawnych narzędzi do wzorcowania jest niezwykle użyteczne. W tym celu w 1996 r. powstały programy napisane w języku Borland Pascal „Wzorcowanie mostków RLC” oraz „Wzorcowanie wzorców RLC”. Przez ostatnie 20 lat były one modyfikowane i ulepszone. Obecnie programy te są zintegrowane w jedną aplikację napisaną w języku DELPHI, uzyskując wysoką sprawność i efektywność. Aplikacja wykorzystywana jest w pracy w Okręgowym Urzędzie Miar we Wrocławiu w Wydziale Elektroniki.

Program komputerowy

Program o nazwie „Wzorcowanie mostków RLC i wzorców RLC” (wzr_RLCz) służy do wzorcowania urządzeń pomiarowych oraz wzorców rezystancji, indukcyjności i pojemności. Wzorcowanie wraz z szacowaniem niepewności pomiarów może odbywać się w dowolnym punkcie pomiarowym lub określonym wartościami wzorców.

Program w swojej strukturze zawiera wpisy wartości wzorcowych, błędów podstawowych oraz niepewności rozszerzonych w skojarzonych tablicach z punktami pomiarowymi, na podstawie świadectw wzorcowania wzorców.

Powyższe dane są przechowywane w bazie danych na serwerze urzędu i odtwarzane w trakcie

Wzorce pojemności

Kondensator wzorcowy regulowany typ 1423-A, w fabryce 947, producent GeneralRadio, klasa dokładności 0,05

Kondensator wzorcowy regulowany typ P505, w fabryce L.L. producent C.C.P., 1-100pF, klasa dokładności 0,5

Kondensatory filmowe: 10pF(0,02%), 100pF(0,05%), 1000pF(0,05%), 10,000pF(0,25%)

f [kHz]	C [pF]	Tol. [%]	f [kHz]	C [pF]	Tol. [%]	f [kHz]	C [pF]	Tol. [%]	f [kHz]	C [pF]	Tol. [%]
1	1000	0,01	1100,6	0,1	0,010105	0,000001	0,10013	0,00002	0,000	0,001	0,0
1	100,21	0,02	1100,8	0,2	0,020110	0,000002	0,20004	0,00004	2,002	0,002	0,000
1	100,21	0,03	1101,3	0,3	0,030115	0,000003	0,30018	0,00006	3,006	0,003	0,000
1	100,40	0,04	1101,6	0,4	0,040102	0,000004	0,40007	0,00008	4,008	0,004	0,000
1	100,36	0,05	1101,1	0,5	0,050105	0,000005	0,50002	0,00010	0,003	0,001	0,000
1	100,27	0,05	1101,3	0,6	0,060110	0,000006	0,60015	0,00012	0,003	0,001	0,000
1	100,47	0,07	1101,7	0,7	0,070113	0,000007	0,70016	0,00014	0,004	0,002	0,0
1	100,45	0,08	1102,3	0,8	0,080118	0,000008	0,80019	0,00016	0,007	0,003	0,0
1	100,68	0,09	1102,5	0,9	0,090105	0,000009	0,90006	0,00019	0,015	0,004	0,0
1	100,6	0,1	1102,3	1	0,100111	0,00001	1,0001	0,0002	0,003	0,1	0,0

Rys. 1. Tablica wzorców pojemności

uruchamiania aplikacji. Aplikacja może być uruchamiana na kilku komputerach, współpracując z jedną bazą danych w sieci urzędu. W czasie wykonywania pomiarów zmierzone wielkości elektryczne należy wpisać do odpowiednich okienek.

Aplikacja posiada takie możliwości działania, jak:

- wykonywanie obliczeń wg określonych algorytmów na podstawie dokumentów (procedur),
- zapamiętywanie budżetów niepewności i wszystkich obliczeń (także pliki typu Excel), gromadzenie ich w tablicach i zapisywanie w odpowiednich katalogach, zgodnych z numerami zgłoszeń,
- bezpośredni wydruk ekranu monitora z budżetem oraz wielkościami wejściowymi,
- bezpośredni wydruk ekranu monitora z tablicą wyników oraz wykresami,
- generowanie kompletnych dokumentów „Protokół wzorcowania” i „Świadectwo wzorcowania”, zgodnych z wybraną opcją z możliwością drukowania,
- odtwarzanie dokumentów wraz z obliczeniami w dowolnym czasie po ponownym uruchomieniu aplikacji,
- gromadzenie opisów przyrządów wzorcowanych oraz sposobów ich obsługi,
- dostęp z poziomu aplikacji do poczty e-mail służącej do kontaktu z klientem.

Obsługa programu

Niezbędna obsługa programu może być ograniczona do wyboru wzorca, punktu pomiarowego oraz wpisania odczytów wyników pomiarów zgodnie z zadeklarowaną ich ilością. Dalsze czynności program realizuje automatycznie po naciśnięciu przez operatora klawisza ENTER.

Przeznaczenie programu

Program jest przeznaczony do:

- a) obliczania błędów pomiarów,
- b) obliczania odchylenia standardowego eksperymentalnego (rozrzut wyników pomiarów),
- c) obliczania współczynnika rozszerzenia,
- d) obliczania niepewności rozszerzonej,
- e) tworzenia budżetu niepewności (możliwość wydruku w czasie pracy programu oraz ich automatyczne zapamiętywanie),
- f) symulowania wyników celem dobrania lepszej metody pomiarowej lub parametrów pomiarów,
- g) kontroli wpisywanych wartości pomiarowych (sygnalizowanie błędnego wpisu),
- h) automatycznego samoczynnego tworzenia tabel i ich wypełniania (możliwość wydruku w czasie pracy programu i ich automatyczne zapamiętywanie),
- i) automatycznego tworzenia „Protokołu wzorc-

Punkty kontrolne mostka RLC typ 1689M

Zgodnie ze Świadectwem Wzorcowania z dnia 13 października 2014 r. nr świadectwa 3741.1-M41-4180-461/14 GUM

Edt2

Pomiar rezystancji przy f=1kHz				Pomiar indukcyjności przy f=1kHz				Pomiar pojemności przy f=1kHz			
Pkt.kontr.	Błąd pom.	Niep. roz.	→ %	Pkt.kontr.	Błąd pom.	Niep. roz.	→ %	Pkt.kontr.	Błąd pom.	Niep. roz.	→ %
999,9	-0,1	0,1	kΩ 0,010	10,308	-0,001	0,004	H 0,039	99,998	0,000	0,006	pF 0,006
95,303	-0,001	0,004	kΩ 0,004	5,0917	0,0000	0,0014	H 0,027	499,84	0,01	0,04	pF 0,008
10,0000	0,0004	0,0003	kΩ 0,003	1,00330	0,00001	0,00007	H 0,007	1000,05	0,02	0,03	pF 0,003
5,9698	0,0001	0,0003	kΩ 0,005	0,50085	-0,00004	0,00017	H 0,034	10,014	0,000	0,001	nF 0,010
1000,00	0,02	0,03	Ω 0,003	100,004	-0,005	0,006	mH 0,006	20,033	-0,001	0,001	nF 0,005
374,007	0,022	0,016	Ω 0,004	50,001	-0,001	0,017	mH 0,034	50,027	-0,003	0,003	nF 0,006
100,000	0,004	0,003	Ω 0,003	9,9979	-0,0006	0,0006	mH 0,006	99,964	-0,003	0,007	nF 0,007
24,921	0,000	0,002	Ω 0,008	0,99965	-0,00004	0,00006	mH 0,006	199,971	-0,003	0,013	nF 0,007
10,0000	0,0000	0,0003	Ω 0,003	0,49987	-0,00003	0,00031	mH 0,062	499,95	-0,02	0,04	nF 0,008
1,0000	0,0000	0,0001	Ω 0,010	0,19982	0,00000	0,00021	mH 0,105	999,91	-0,05	0,10	nF 0,010
0	0	0	Ω 0,0	0	0	0	μH 0,0	1,9968	0,0000	0,0009	μF 0,045
				0	0	0	μH 0,0	4,9965	0,0002	0,0021	μF 0,042
				0	0	0	μH 0,0	9,996	0,001	0,005	μF 0,050
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0
				0	0	0	μH 0,0	0	0	0	μF 0,0

Rys. 2. Tablica punktów kontrolnych mostka wzorcującego

- wania” z dostępem korekty słów, z wyjątkiem wyników obliczeń,
- j) automatycznego tworzenia „Świadectwa wzorcowania” z dostępem korekty słów, z wyjątkiem wyników obliczeń,
- k) odtwarzania dokumentów w celu korekty,
- l) gromadzenie opisów przyrządów oraz sposobów ich obsługi (baza mierników wzorcowanych),
- m) tworzenie bazy danych użytkowników oraz przyrządów.

Program automatycznie zapamiętuje wszystkie potrzebne dane oraz budżety i tabele obliczeń, tworząc systemową bazę danych na serwerze urzędu. Jest wyposażony dodatkowo w kalkulator obliczenia niepewności (własny tor obliczeniowy), który ułatwia walidację w każdym dowolnym punkcie pomiarowym, gdyż uwidacznia pośrednie wyniki obliczeń. Kalkulator umożliwia obliczanie niepewności typu A i B.

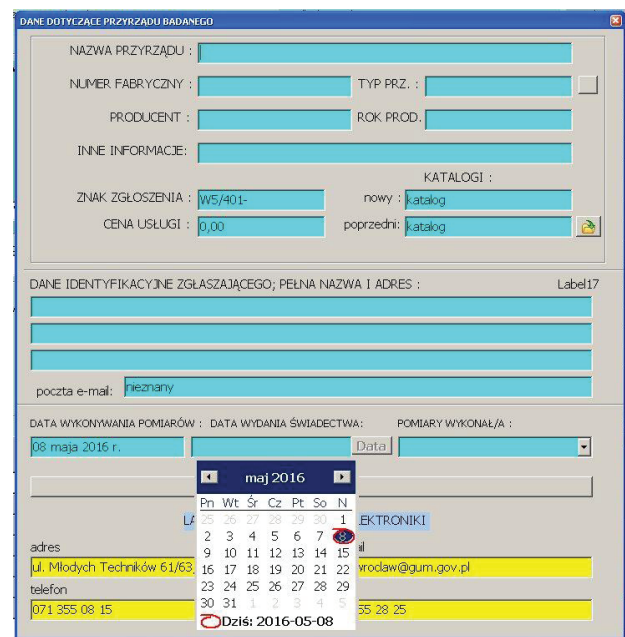
Interfejsy aplikacji

Aplikacja posiada takie interfejsy do komunikowania się z użytkownikiem, jak:

- 1) wybór procedury wzorcowania oraz danych zgłaszającego, takich jak:
 - a) nazwa i dane teleadresowe firmy,
 - b) nazwa przyrządu wzorcowanego, numer seryjny, nazwa producenta,
 - c) wydane świadectwo wzorcowania, data wzorcowania, nazwa katalogu w bazie,
- 2) wpisy danych zgłaszającego i danych przyrządu do wzorcowania (rys. 4),
- 3) wybór poddziedziny pomiarów, ilości pomiarów, ilości punktów pomiarowych, rozdzielczości (opcja mostki RLC) (rys. 5),
- 4) wybór dziedziny pomiarów, ilości pomiarów, ilości punktów pomiarowych, rozdzielczości (opcja wzorce RLC) oraz wyboru metod wzorcowania (rys. 6), takich jak:
 - a) wzorcowanie wzorców stałych metodą bezpośredniego porównania,
 - b) wzorcowanie wzorców regulowanych w sposób ciągły metodą bezpośredniego porównania,
 - c) wzorcowanie wzorców regulowanych skokowo metodą bezpośredniego porównania,
 - d) wzorcowanie wzorców stałych metodą podstawienia,

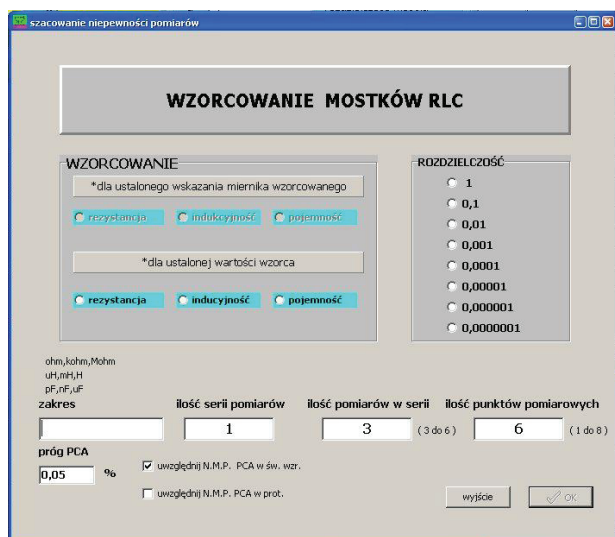


Rys. 3. Edytor świadectwa wzorcowania (mostki)

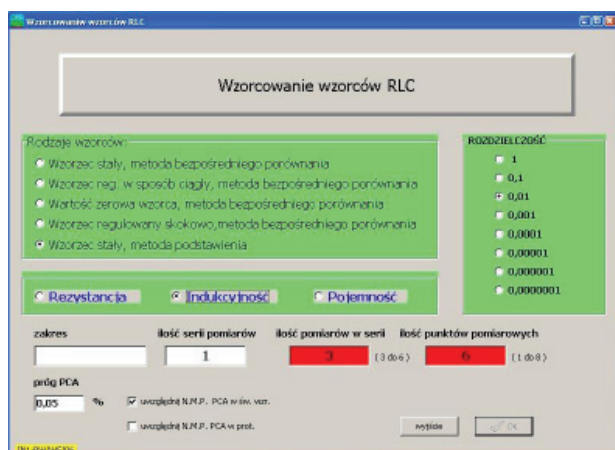


Rys. 4. Interfejs zgłaszającego i przyrządu do wzorcowania

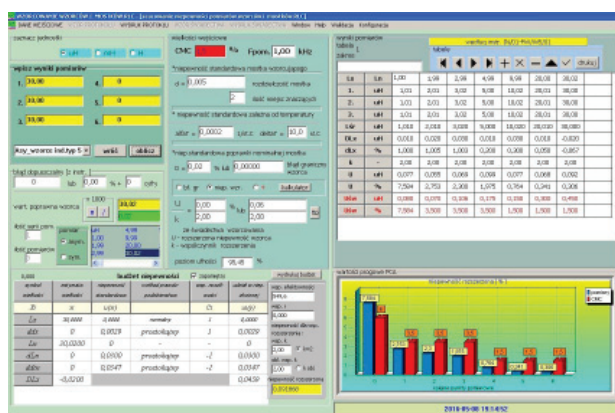
- e) wzorcowanie wartości zerowej wzorca.
- 5) Interfejs użytkownika (rys. 7) służy do:
 - a) wpisywania wartości pomiarowych,
 - b) wpisywania wielkości wejściowych ręcznie lub



Rys. 5. Interfejs wyboru dziedziny i danych wejściowych



Rys. 6. Interfejs wyboru dziedziny i danych wejściowych (wzorce)



Rys. 7. Interfejs użytkownika (mostki)

- c) po wybraniu wzorca z pola wzorców wszystkie wartości z nim związane wpisują się automatycznie,
- d) pole budżetu (tylko do odczytu),
- e) pole tabeli (tylko do odczytu),
- f) pole wykresów (tylko do odczytu),
- g) pole bazy tabel (służy do nawigacji po tabelach),
- 6) edytory protokołów wzorcowania,
- 7) edytory świadectw wzorcowania (rys. 3),
- 8) tablica wzorców rezystancji,
- 9) tablica wzorców indukcyjności,
- 10) tablica wzorców pojemności (rys. 1),
- 11) tablica CMC,
- 12) tablica punktów kontrolnych mostka RLC typ 1689M (rys. 2).

Podsumowanie

Opracowany program komputerowy jest typem aplikacji specjalistycznej, obejmującej specyfikę stanowisk pomiarowych RLC i stanowi kompleksową pomoc w obsłudze klienta. Aplikacja pozwala na skupienie się tylko na pomiarach, mając jednocześnie wgląd do wszystkich wyników obliczeń. Program czuwa nad poprawnością poprzez komparację przy wpisywaniu wartości mierzonych. Dokumenty końcowe powstają samoczynnie, ograniczając możliwości pomyłek. Wszystkie wymienione wyżej cechy sprawiają, że ten innowacyjny program stanowi efektywne narzędzie pracy i jest z powodzeniem wykorzystywany praktycznie w Wydziale Elektroniki Okręgowego Urzędu Miar we Wrocławiu.

Literatura

- [1] Procedura ogólna P/OUN3/17, Szacowanie niepewności pomiaru.
- [2] Procedura wzorcowania PW/W5/01, Wzorcowanie mostków i mierników RLC.
- [3] Instrukcja IN1-PW/W5/01, Szacowanie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu mostków i mierników RLC.
- [4] Procedura PW/W5/06, Wzorcowanie wzorców indukcyjności i pojemności elektrycznej.
- [5] Instrukcja IN1-PW/W5/06, Szacowanie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu wzorców indukcyjności i pojemności elektrycznej.

Udział pracowników GUM w VII Kongresie Metrologii

W dniach od 28 czerwca do 1 lipca 2016 roku w Nałęczowie odbywał się VII Kongres Metrologii. Jego organizatorami byli Komitet Metrologii i Aparatury Naukowej Polskiej Akademii Nauk i Politechnika Lubelska. Obrady rozpoczęły się w Lublinie, w murach Politechniki Lubelskiej, z udziałem rektora tej uczelni. W otwarciu Kongresu uczestniczyli Prezes Głównego Urzędu Miar dr inż. Włodzimierz Lewandowski, jak również Dyrektor Generalny Urzędu Stanisław Dąbrowski. W trakcie sesji naukowych pracownicy GUM przedstawili następujące referaty:

- **Mariusz Janeczko (Zakład Elektryczny):** Porównanie metod uśredniania statystycznego na przykładzie wzorcowania cewek Helmholtza;
- **Jerzy Borzymiński (Biuro Metrologii Prawnej):** Terminologia metrologiczna w systemie miar;
- **Paweł Fotowicz (Gabinet Prezesa):** Proponowana zmiana podejścia przy wyrażaniu niepewności pomiaru;
- **Albin Czubła (Zakład Elektryczny):** Krajowa światłowodowa sieć dystrybucji wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości i jej znaczenie dla rozwoju metrologii;
- **Joanna Przybylska, Katarzyna Nicińska (Zakład Długości i Kąta):** Wzorcowanie precyzyjnych autokolimatorów i enkoderów kątowych z zastosowaniem shearing techniques – efekt prac w ramach wspólnego projektu EMRP SIB58 Angles;
- **Robert Szumski (Zakład Długości i Kąta):** Bardzo dobre wyniki GUM w porównaniach międzynarodowych „Pomiary płytek wzorcowych metodą interferencyjną”, jako efekt współpracy naukowej z Politechniką Warszawską;
- **Joanna Sękała (Biuro Metrologii Prawnej):** Nowe Podejście do harmonizacji przepisów technicznych w dziedzinie metrologii prawnej jako czynnik sprzyjający likwidacji barier technicznych w handlu;
- **Piotr Janko, Robert Kordulański, Jolanta Wasilewska, Elżbieta Lenard (Zakład Fizykochemii):** Zastosowanie unikatowego stanowiska badania analizatorów wydechu do przeprowadzenia porównań międzylaboratoryjnych w latach 2014–2015.



Bardzo dobre wyniki GUM w porównaniach międzynarodowych „Pomiary płytek wzorcowych metodą interferencyjną”, jako efekt współpracy naukowej z Politechniką Warszawską

Robert Szumski (Laboratorium Długości, Zakład Długości i Kąta)

Równoważność metrologiczna wzorców pomiarowych jest weryfikowana w trakcie porównań kluczowych, których liczba i zakres ustalane są przez Komitety Doradcze Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM), a organizowane zarówno przez te komitety, jak i Komitety Techniczne Regionalnych Organizacji Metrologicznych (RMO). Podczas spotkania w 2008 r. Komitet Doradczy Długości (CCL) zaktualizował wykaz porównań kluczowych w obszarze metrologii wymiarowej. Zdecydowano, że dla płytek wzorcowych porównania kluczowe odbywać się będą pod oznaczeniem CCL-K1 (ostatnie porównania w tym zakresie to CCL-K1.2011).

Dla europejskiej RMO odbyły się równoległe porównania kluczowe, EURAMET.L-K1.2011, które zostały przedstawione w tym artykule.

Zestawy płytek wzorcowych użyte w obu porównaniach (CCL i EURAMET) mają prawie identyczny skład – płytki stalowe i ceramiczne o długościach nominalnych od 0,5 mm do 500 mm. Rolę laboratorium pilotującego przyjął BEV z Austrii, ze znaczącą pomocą ze strony PTB (Niemcy) w zakresie pomiarów stabilności długich płytek wzorcowych.

Celem międzynarodowych porównań było zdemontowanie równoważności wzorcowań oferowanych klientom przez uczestniczące laboratoria. Z tego

powodu zastosowano te same metody pomiarowe i wyposażenie, jakie wykorzystywane jest do wzorcowań dla klientów. Laboratorium Długości Zakładu Długości i Kąta Głównego Urzędu Miar uczestniczyło w tych porównaniach w celu potwierdzenia deklarowanych do tej pory możliwości pomiarowych w zakresie wzorcowania krótkich płytek wzorcowych oraz z zamiarem zgłoszenia nowych możliwości pomiarowych, związanych z wzorcowaniem długich płytek wzorcowych (powyżej 100 mm) na nowym stanowisku pomiarowym – Interferometrze Multispektralnym do wzorcowania długich płytek wzorcowych o długościach do 1000 mm.

W opisywanych porównaniach, obok Laboratorium Długości GUM, wzięły udział jeszcze 23 inne laboratoria, głównie z Europy. W związku z dużą liczbą uczestników, porównania przeprowadzono w dwóch równoległych pętlach. Wszyscy uczestnicy musieli wykazać spójność pomiarową wyników z praktyczną realizacją jednostki długości oraz wykonać pomiary metodą interferencyjną (lub inną bezwzględną).

Pomiary w GUM zostały przeprowadzone na pięciu stanowiskach pomiarowych. Ze względu na ograniczenia stosowanej metody interferencyjnej (metody reszt ułamkowych), wszystkie płytki wzorcowe zostały wstępnie zmierzone metodą porównawczą na komparatorze dwuczujnikowym, w celu wyznaczenia przybliżonego wyniku. Dokładna wartość odchylenia długości środkowej od długości nominalnej dla płytek o długościach nominalnych do 100 mm została następnie wyznaczona na Automatycznym Interferometrze Laserowym GBI300 oraz dodatkowo na zmodernizowanym Interferometrze Köstera z kadmową lampą spektralną.

Długie płytki wzorcowe zostały zmierzone na Interferometrze Multispektralnym do wzorcowania płytek o długościach do 1000 mm. Jest to nowe stanowisko, powstałe w ramach współpracy GUM z Instytutem Mikromechaniki i Fotoniki Politechniki Warszawskiej. Pomiary wykonano również na Uniwersalnym Komparatorze Interferencyjnym UKI01 do wzorcowania długich płytek wzorcowych. Dodatkowe pomiary z wykorzystaniem Interferometru Köstera i Komparatora UKI01 zostały wykonane w ramach wewnętrznej kontroli jakości wyników wzorcowania i wykazania równoważności metrologicznej tych stanowisk pomiarowych oraz stanowisk pozostałych, dla których możliwości

pomiarowe zostały zgłoszone do międzynarodowej bazy CMC stanowiącej Dodatek C do CIPM MRA (Porozumienia CIPM o Wzajemnym Uznawaniu).

Podstawowym wynikiem pomiarów (przekazanych do pilota porównań) każdej płytki, jest odchylenie długości środkowej od długości nominalnej x_i z oszacowaną niepewnością pomiaru $u(x_i)$. Wyniki przekazane przez poszczególne laboratoria zostały wykorzystane do wyznaczenia wartości odniesienia porównań kluczowych (x_{ref}). Przed wyznaczeniem tej wartości z zestawu wyników usunięto te znacznie odbiegające oraz uwzględniono dryf długości płytek, którego istotną wartość w czasie porównań zaobserwowano dla 8 szt. płytek wzorcowych w pętli A i B. Odchylenie wyniku każdego uczestnika wynosi

$$d_i = x_i - x_{ref}, \quad (1)$$

a jego niepewność standardowa dla wyników biorących udział w obliczeniu x_{ref} wyraża się następująco

$$u(d_i) = \sqrt{u^2(x_i) - u^2(x_{ref})}. \quad (2)$$

Minus pod pierwiastkiem pochodzi od korelacji wyników uczestnika x_i z wartością odniesienia x_{ref} . Jeżeli wyniki laboratorium nie biorą udziału w wyznaczeniu x_{ref} (ponieważ okazały się niespójne z pozostałymi), nie przewiduje się korelacji i niepewność standardowa przyjmuje postać

$$u(d_i) = \sqrt{u^2(x_i) + u^2(x_{ref})}. \quad (3)$$

Dla każdego laboratorium wyznaczono wartość E_n , zdefiniowaną wyrażeniem

$$E_n = \left| \frac{d_i}{U(d_i)} \right| \quad (4)$$

gdzie $U(d_i)$ jest niepewnością rozszerzoną dla współczynnika rozszerzenia $k = 2$.

Laboratorium Długości GUM uzyskało najlepszą średnią zgodność wyników z wartością odniesienia, spośród wszystkich uczestników porównań. Najnowsze stanowisko – Interferometr Multispektralny, będący owocem współpracy GUM i PW, uzyskał najniższe wartości E_n , nie biorąc wcześniej udziału w żadnych porównaniach międzylaboratoryjnych.

Tab. 1. Wartości E_n dla wszystkich wyników pomiarów

(gwiazdką oznaczono brak wyników od uczestnika, kreska oznacza brak udziału w tej części porównań, kolorem żółtym oznaczono wyniki wątpliwe, a pomarańczowym – wyniki niesatysfakcjonujące)

NMI	0,5 mm stalowa	1,15 mm stalowa	3 mm stalowa	5 mm stalowa	7 mm stalowa	23,5 mm stalowa	80 mm stalowa	100 mm stalowa	0,5 mm ceram.	1,15 mm ceram.	3 mm ceram.	5 mm ceram.	7 mm ceram.	23,5 mm ceram.	80 mm ceram.	100 mm ceram.	150 mm stalowa	300 mm stalowa	500 mm stalowa	E_n średnie	
GUM	0,0	0,4	0,0	0,4	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,0	0,9	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,23	
LNE	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,5	0,0	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,24	
MIKES	0,9	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,6	0,0	0,4	0,5	0,2	0,6	0,6	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,25	
NPL	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,8	1,3	0,1	0,0	0,1	0,27	
CMI	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,5	0,0	0,1	0,6	*	0,3	0,3	0,6	0,1	0,3	0,3	0,27	
MIKES	0,2	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	1,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,1	0,5	0,1	0,2	0,3	0,27	
BEV	0,5	0,4	1,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,6	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,32	
BIM	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	0,3	0,0	0,33	
METAS	0,4	0,1	0,3	0,6	1,0	0,6	0,3	0,8	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,34	
VSL	0,3	0,4	0,0	0,3	0,2	0,6	0,7	0,2	0,4	0,8	0,1	0,1	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,1	0,36	
JV	0,6	1,3	0,1	0,8	0,4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,5	0,7	0,2	0,2	–	–	–	0,38	
BEV	0,4	0,5	0,6	0,5	0,1	0,1	0,4	0,1	0,6	0,4	0,6	0,2	0,5	0,1	0,5	0,6	0,9	0,5	0,2	0,41	
SP	0,0	0,3	*	0,4	0,0	0,1	0,1	0,7	0,3	0,6	0,9	0,8	0,4	0,7	0,8	0,6	0,3	0,4	0,7	0,45	
EIM	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,6	0,2	0,6	0,9	0,6	0,7	0,4	0,5	1,0	–	–	–	0,46	
UME	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,4	0,7	0,3	0,2	0,1	0,50	
METAS	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	1,0	0,8	0,1	0,3	0,0	0,0	0,51	
SMD	*	1,0	0,8	0,2	0,2	0,8	0,7	0,4	0,5	0,7	0,6	0,1	0,5	0,8	0,7	0,2	0,0	0,4	–	0,51	
DFM	0,5	0,3	0,6	0,6	0,3	0,4	1,1	1,1	0,6	0,6	0,5	0,1	0,2	0,8	0,8	0,5	–	–	–	0,56	
DMDM	0,1	0,5	1,0	0,2	0,0	0,7	0,3	0,0	0,6	0,9	1,1	0,5	1,8	1,0	0,2	0,4	–	–	–	0,58	
FSB	0,1	0,4	0,2	0,1	0,4	0,7	1,1	1,0	0,4	0,5	0,1	1,3	0,8	1,4	1,5	1,5	–	–	–	0,72	
SMU	0,7	0,3	0,2	0,6	2,0	1,6	0,5	1,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,94	
CEM	0,6	0,0	0,5	0,8	0,1	1,4	1,9	2,0	1,8	0,6	1,9	0,1	0,8	0,5	2,5	2,4	–	–	–	1,12	
INM	0,5	0,8	0,8	0,3	0,2	0,2	5,1	5,5	0,9	1,0	0,7	0,9	1,1	0,2	0,6	7,5	–	–	–	1,64	
IPQ	0,1	0,0	0,0	0,8	0,5	0,6	0,6	7,2	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	0,1	38,0	–	3,03	
NIS	0,6	0,5	0,6	5,6	5,6	9,1	*	12,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,5	8,8	9,2	6,4	–	–	–	3,97	
MKEH	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
INRIM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–

Literatura

[1] Matus M. i in., *Measurement of gauge blocks by interferometry*, Metrologia 53 (2016), Technical Supplement.
 [2] Wengierow M. i in., *Measurement system based on multi-wavelength interferometry for long gauge block calibration*, Metrol. Meas. Syst. Vol. XX (2013), 479-490.
 [3] JCGM 100:2008 Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM.
 [4] Decker J. E., Pekelsky J. R., *Uncertainty evaluation for the measurement of gauge blocks by optical interferometry*, Metrologia 34 (1997), 479-493.
 [5] Nien F. Z. i in., *Statistical analysis of key comparisons with linear trends*, Metrologia 41 (2004), 231-237.
 [6] Krystek M., Bosse H., *A Bayesian approach to the linking of key comparisons arXiv:1501.07134 [stat.AP] (2015).*

Krajowa światłowodowa sieć dystrybucji wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości i jej znaczenie dla rozwoju metrologii

Albin Czubla (Główny Urząd Miar),

Jerzy Nawrocki (Obserwatorium Astrogeodynamiczne Centrum Badań Kosmicznych PAN),

Przemysław Krehlik (Akademia Górniczo-Hutnicza),

Artur Binczewski (Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe),

Janusz Pieczera (Orange Polska S.A.),

Michał Zawada, Roman Ciuryło (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Instytut Fizyki),

Eugeniusz Pazderski (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Obserwatorium Astronomiczne),

Tomasz Olszak (Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii)

Światłowodowa sieć dystrybucji wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości tworzona jest w Polsce już od 2004 r., poprzez tworzenie lokalnych połączeń światłowodowych pomiędzy GUM a innymi instytucjami w obrębie aglomeracji warszawskiej, posiadającym atomowe wzorce czasu i częstotliwości. W 2012 r. uruchomiono permanentne łącze światłowodowe o długości 420 km pomiędzy GUM a AOS (Obserwatorium Astrogeodynamiczne CBK PAN) w Borowcu k. Poznania, które następnie, dzięki projektowi OPTIME, zostało zmodernizowane i rozszerzone o łącze światłowodowe o długości ok. 330 km pomiędzy AOS a KL FAMO (Krajowe Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej) przy UMK w Toruniu, posiadające dwa zegary optyczne na atomach strontu, oraz dodatkowe łącze z KL FAMO do OA UMK (Obserwatorium Astronomiczne UMK w Piwnicach k. Torunia), prowadzącego obserwacje radioastronomiczne [1].

Sieć została utworzona w oparciu o włókna światłowodowe udostępnione przez Orange Polska S.A. i PCSS (Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe) oraz przetworniki elektryczno-optyczne, dwukierunkowe wzmacniacze optyczne i systemy z elektroniczną stabilizacją czasu propagacji sygnału, opracowane i rozwijane przez AGH (Akademia Górniczo-Hutnicza) [2]. Zastosowane techniki światłowodowe pozwalają w bardzo krótkim czasie uśrednienia osiągnąć precyzję (stabilność) porównywalnych lub dystrybuowanych wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości. Wyjątkową na skalę światową cechą tej sieci jest permanentne połączenie światłowodowe dwóch laboratoriów UTC(k), tj. GUM realizującego UTC(PL) i AOS realizującego UTC(AOS), jednocześnie znacznie odległych od siebie (o ok.

270 km). Dane z porównań światłowodowych UTC(PL) i UTC(AOS) gromadzone są w sposób ciągły na serwerze BIPM (Międzynarodowego Biura Miar) od kwietnia 2013 r. Istotne jest również dostarczanie przez tę sieć wzorcowych skalibrowanych sygnałów częstotliwości dla potrzeb fizyki molekularnej i optycznej oraz radioastronomii. Sieć światłowodowa z podobnego rodzaju zastosowaniami tworzona jest jeszcze we Włoszech (LIFT) i Francji (REFIMEVE). W stosunkowo krótkim czasie uzyskano znaczący wpływ tej sieci na rozwój metrologii czasu i częstotliwości oraz dziedzin, w których pomiar zależy od precyzyjnej częstotliwości, zarówno na arenie krajowej, jak i międzynarodowej. Przewiduje się również jej zastosowanie do przeprowadzania bardzo dokładnych obserwacji geodezyjnych.

W 2013 r. na łączu światłowodowym GUM-AOS przeprowadzony został eksperyment weryfikujący dokładność kalibracji łącz GNSS do transferu czasu. Kalibracja dokonywana była za pomocą systemu kalibracyjnego BIPM, uzyskano zgodność wyników z dokonaną niezależnie kalibracją poprzez łącze światłowodowe na poziomie <1 ns [3]. Równocześnie łącze światłowodowe GUM-AOS stało się odniesieniem (test bed) do weryfikacji rozwijanych przez różne ośrodki na całym świecie satelitarnych metod transferu czasu. BIPM wykorzystuje to łącze także do oceny skuteczności nowej metody obliczeniowej Integer PPP do transferu czasu, redukującej w metodzie GPS PPP nieciągłości, gdzie potwierdzono przez porównanie z pomiarami światłowodowymi redukcję szumu: z ok. 200 ps w metodzie GPS PPP do ok. 60 ps w metodzie GPS I-PPP [4]. Analogicznie NIST (National Institute of Standards and Technology) wykorzystuje łącze światłowodowe GUM-AOS do

walidacji rozwijanej nowej metody obliczeniowej redukcji przesunięć fazy RRS (revised RINEX-shift) w obserwacjach RINEX wykorzystywanych do transferu czasu [5].

KL FAMO, w oparciu o dostarczony poprzez sieć światłowodową z AOS sygnał częstotliwości z masera wodorowego, bezpośrednio kontrolowany i sterowany względem skali czasu UTC, wyznaczyło absolutną wartość częstotliwości obserwowanego przejścia zegarowego w atomach strontu ^{88}Sr w dwóch niezależnych pracujących w KL FAMO zegarach optycznych [6]. Uzyskano najdokładniejszy na świecie wynik bezpośredniego pomiaru tego przejścia, pozostający w zgodzie z wcześniejszymi pracami i przewidywaniami innych zespołów. Porównano również stabilność wzorców optycznych w KL FAMO w odniesieniu do sygnału z masera wodorowego AOS.

Sygnał dostarczany do KL FAMO z AOS jest również używany w optycznej spektroskopii absorpcyjnej wzmocnionej wnęką słabych przejść cząsteczkowych [7]. Umożliwiło to, po raz pierwszy na świecie w bezpośrednim odniesieniu do wzorca sekundy, pomiar częstotliwości przejść w cząsteczce CO nową techniką, w której na obu osiach widma mierzona jest jedynie częstotliwość [8]. Rozwijanie tej technologii ma znaczenie zarówno dla zastosowań w badaniach atmosfery, efektu cieplarnianego oraz zmian klimatycznych poprzez tworzenie nowej generacji spektroskopowych baz danych o sub-procentowej dokładności, jak i dla podstawowych badań oddziaływań fundamentalnych oraz testowania elektrodynamiki kwantowej w cząsteczkach.

Sygnał częstotliwości dostarczony z AOS do OA UMK w Piwnicach k. Torunia jest wykorzystywany w obserwacjach VLBI (Very Long Base Interferometry), co ułatwia synchronizację pomiarów, zwiększa ich precyzję i w praktyce minimalizuje dryft częstotliwości.

Istniejąca sieć światłowodowa, z perspektywą wykorzystania w przyszłości sygnałów częstotliwości lokalnie synchronizowanych do optycznych wzorców częstotliwości i fontann cezowych, pozwala wyznaczyć niezwykle użyteczną z punktu widzenia geodezji, jedną z tzw. naturalnych współrzędnych punktu na powierzchni Ziemi – wartość różnicy potencjału przyspieszenia siły ciężkości. Potencjał ten jest wykorzystywany w definicji wysokości. Permanentne pomiary z wykorzystaniem zegarów optycznych i sieci światłowodowej mogą być również stosowane do monitoringu przemieszczeń, w znaczeniu zmiany

potencjału, co daje, wraz z metodami geometrycznymi, możliwość wyznaczenia parametrów deformacyjnych Ziemi [9].

Wymienione powyżej przykłady wykorzystania zbudowanej w Polsce i nadal rozwijanej światłowodowej sieci dystrybucji wzorcowych sygnałów czasu i częstotliwości, potwierdzają ich bardzo istotną rolę dla rozwoju metrologii, w tym dla zachowania spójności pomiarowej w prowadzonych w ośrodkach naukowych pomiarach o wysokiej precyzji i, dzięki zastosowaniu tej sieci, również wysokiej dokładności. Pozwala to na większą kontrolę prowadzonych eksperymentów oraz porównanie nie tylko jakościowe, ale i ilościowe. Otwiera to też nowe możliwości dla rozwoju geodezji i technik stosowanych do precyzyjnego transferu czasu. Tego rodzaju sieć staje się niezastąpionym narzędziem we współczesnej metrologii czasu i częstotliwości oraz przenosi niektóre pomiary od razu na najwyższy światowy poziom.

Literatura

- [1] www.optime.org.pl
- [2] Krehlik P., Śliwczynski Ł., Buczek Ł., Kołodziej J., Lipiński M., *ELSTAB – fiber optic time and frequency distribution technology – a general characterization and fundamental limits*. IEEE Trans. on UFFC. PP (2015). DOI: 10.1109/TUFFC.2015.2502547.
- [3] Jiang Z., Czubla A., Nawrocki J., Lewandowski W., Arias E. F., *Comparing a GPS time link calibration with an optical fibre self-calibration with 200 ps accuracy*, Metrologia 52 (2015), 384-391.
- [4] Petit G., Kanj A., Loyer S., Delporte J., Mercier F., Perosanz F., *1×10^{-16} frequency transfer by GPS PPP with integer ambiguity resolution*, Metrologia 52 (2015), 301-309.
- [5] Yao J., Skakun I., Jiang Z., Levine J., *A detailed comparison of two continuous GPS carrier-phase time transfer techniques*, Metrologia 52 (2015), 666-676.
- [6] Morzyński P. i in., *Absolute measurement of the $^1\text{S}_0 \rightarrow ^3\text{P}_0$ clock transition in neutral ^{88}Sr over the 330 km-long stabilized fibre optic link*, Scientific Reports 5 (2015), 17495 doi:10.1038/srep17495.
- [7] Cygan A. i in., *Absolute molecular transitions frequencies measured by three cavity-enhanced spectroscopy techniques*, Journal of Chemical Physics (praca wysłana do druku).
- [8] Cygan A. i in., *One-dimensional frequency-based Spectroscopy*, Optics Express 23 (2015), 14472-14486.
- [9] Vestøl O. i in., *Review of current and near-future levelling technology – a study project within the NKG working group of Geoid and Height Systems*, Lantmäterirapport 2014:2.

Wzorcowanie precyzyjnych autokolimatorów i enkoderów kątowych z zastosowaniem *shearing techniques* – efekt prac w ramach wspólnego projektu EMRP SIB58 Angles

Joanna Przybylska, Katarzyna Nicińska (Laboratorium Kąta, Zakład Długości i Kąta)

We wrześniu 2013 r. rozpoczął się wspólny projekt badawczy EMRP SIB58 Angles „Angle Metrology”, w którym jednym z partnerów jest Główny Urząd Miar (Laboratorium Kąta). Jak każdy projekt, tak i ten podzielony jest tematycznie na kilka tzw. pakietów roboczych, obejmujących badania różnych przyrządów lub metod pomiarowych. W projekcie SIB58, w ramach 3. pakietu roboczego, prowadzone są prace nad metodami wzorcowania enkoderów kątowych jedno- i wielogłowicowych oraz autokolimatorów. Szeroko badana była nowatorska metoda jednoczesnego wzorcowania autokolimatorów i enkoderów kątowych, tzw. *shearing techniques*, opracowana przez jednego z partnerów – PTB, Niemcy. Technika ta pozwala także na wyznaczanie wartości błędów interpolacji enkoderów kątowych.

Matematyczne podstawy zaproponowanej metody zostały oparte na rozwiązaniach wykorzystywanych w interferometrii (*shearing interferometry*). Technika ta może być także wykorzystana w metrologii kąta płaskiego, tam gdzie uzyskiwane są dwa oddzielnie niezależne sygnały i można wyznaczyć ich sumę lub różnicę. I taka sytuacja ma miejsce przy wzorcowaniu autokolimatorów przy zastosowaniu stołu obrotowego zaopatrzonego w enkoder kątowy.

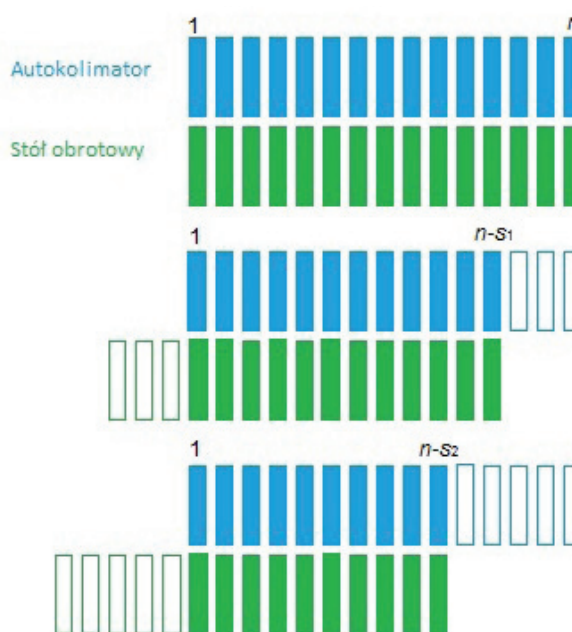
Idea tej metody polega na wykonaniu trzech serii pomiarowych. Dla wstępnie założonego zakresu i kroku pomiarowego Δ , odpowiedniego dla wzorcowanego autokolimatora, określa się wartości s_1 i s_2 , nazywane liczbami cięć (*shear numbers*). Liczby cięć są zawsze kombinacją dwóch liczb pierwszych. Faktyczny zakres pomiarowy dla pierwszej serii wyznaczany jest na podstawie wzoru:

$$R = (s_1 \cdot s_2 - 1) \cdot \Delta \quad (1)$$

Pierwsza seria wykonywana jest w pełnym zakresie pomiarowym, druga i trzecia – po „ucięciu” o wyznaczone wcześniej liczby cięć. Wartość kąтового

przesunięcia dla tych serii jest iloczynem odpowiedniej liczby cięć i wartości kroku pomiarowego. W zależności od układu pomiarowego obracany jest autokolimator albo stół. W przypadku stanowiska GUM przesunięcie kątowe realizowane jest poprzez obrót stołu. Bardzo ważne jest precyzyjne pozycjonowanie, tak aby każda seria pomiarowa rozpoczynała się od tego samego punktu przyrządu nieruchomego (dla GUM – autokolimatora).

Schemat punktów pomiarowych pokazany jest na rys. 1.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych, przy obrocie stołu względem autokolimatora. Wartości liczb cięć: $s_1 = 3$ oraz $s_2 = 5$

W każdej serii pomiarowej wyznaczane są różnice między wskazaniem autokolimatora i stołu w poszczególnych punktach pomiarowych, na podstawie wzorów.

$$\delta_1(i) = \eta_{AC}(i) - \eta_E(i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\delta_2(i) = \eta_{AC}(i) - \eta_E(i + s_1), \quad i = 1, 2, \dots, n - s_1 \quad (3)$$

$$\delta_3(i) = \eta_{AC}(i) - \eta_E(i + s_2), \quad i = 1, 2, \dots, n - s_2 \quad (4)$$

Ostateczne wyniki, czyli wartości błędów pomiaru autokolimatora i enkodera kąтового, obliczane są przy zastosowaniu transformaty Fouriera. Wartość niepewności pomiaru obliczana jest przy zastosowaniu metody Monte Carlo.

W trakcie trwania projektu w Laboratorium Kąta GUM wykonywane były pomiary autokolimatora ELCOMAT HR oraz autokolimatora DA-20 z wykorzystaniem stołu obrotowego RT-440 z wbudowanym enkoderem kątowym RON 905 (stanowisko państwowego wzorca jednostki kąta płaskiego). Autokolimator ELCOMAT HR mierzony był w zakresie $\pm 100''$, z krokiem pomiarowym $1''$ ($s_1 = 11, s_2 = 17$) i $0,5''$ ($s_1 = 17, s_2 = 23$), autokolimator DA-20 – w zakresie $\pm 20''$, z krokiem pomiarowym $0,5''$ ($s_1 = 11, s_2 = 7$). Ponadto, do wyznaczenia wartości błędów interpolacji wykonano pomiary przy zastosowaniu autokolimatora ELCOMAT HR w zakresie pomiarowym $\pm 36''$, z krokiem pomiarowym $3,6''$ ($s_1 = 3, s_2 = 7$).

Po wykonaniu pomiarów otrzymane odczyty z autokolimatora i enkodera zostały wysłane do PTB celem dokonania obliczeń. Jednocześnie przystąpiono do opracowywania w GUM programu obliczającego wyniki pomiarów. Powstał program o nazwie

CAMEAN, który dodatkowo oblicza również wartość niepewności pomiaru. Program ten został zwalidowany poprzez porównanie wyników z wynikami z programu PTB, a także poprzez porównanie wyników z programu PTB oraz programu z TUBITAK (Turcja), po wprowadzeniu danych testowych.

Metoda „shearing techniques” umożliwia szybkie i precyzyjne wzorcowanie autokolimatorów fotoelektrycznych niezależnie od jakiegokolwiek zewnętrznego wzorca. Jednocześnie otrzymuje się wartości błędów pomiaru enkodera w zakresie wcześniej nieosiągalnym. Przy zastosowaniu tej metody w laboratorium GUM wyznaczona została wartość błędu interpolacji enkodera RON 905, będącego integralną częścią stołu obrotowego RT-440. Dzięki temu można było uwzględnić ten bardzo istotny czynnik w budżecie niepewności pomiaru płytek kątowych przywiezanych oraz enkoderów kątowych.

EMRP jest finansowany wspólnie przez partnerów projektu, należących do Europejskiego Stowarzyszenia Krajowych Instytucji Metrologicznych (EURAMET) oraz przez Unię Europejską.

Literatura

- [1] Geckeler R. D., Just A., *A shearing-based method for the simultaneous calibration of angle measuring devices*, Meas. Sci. Technol. 25 (2014).
- [2] Geckeler R. D., Krause M., Just A., *Determining interpolation errors of angle encoders by error-separating shearing techniques*, DGaO Proceedings 2013.
- [3] www.anglemetrology.com.

10. Zgromadzenie Ogólne EURAMET 2016. Kierunki działań i rozwoju europejskiej Regionalnej Organizacji Metrologicznej

10. EURAMET General Assembly 2016. Directions of activities and development of European Regional Metrology Organisation

Mariusz Pindel (redaktor działu Współpraca), **Marcin Mikiel** (Gabinet Prezesa GUM)

Artykuł omawia przebieg i najważniejsze postanowienia 10. Zgromadzenia Ogólnego EURAMET, jak również pokrótce przedstawia genezę powstania i strukturę organizacji.

The article tells about the past 10th EURAMET General Assembly, as well as the circumstances of the foundation and actual structure of EURAMET.

EURAMET – najważniejsze informacje i geneza powstania

Źródła powstania EURAMET należy szukać w postępującej integracji europejskiej, której efektem było zacieśnienie współpracy również na polu naukowym. Ponadto, rozwój nauki i nowych technologii, powstanie coraz bardziej zaawansowanych i kosztownych programów badawczych wymusiły wspólne badania w ramach krajów Wspólnoty Europejskiej.

EURAMET powstał w 2007 r. z EUROMET – Europejskiej Współpracy w Dziedzinie Pomiarów. Obecnie (stan na czerwiec 2016 r.) w jej skład wchodzi 37 państw członkowskich oraz Komisja Europejska jako obserwator w Zgromadzeniu Ogólnym. Członkostwo w EURAMET ma charakter trojaki:

Członkowie: Krajowe Instytuty Metrologiczne (NMIs) państw UE oraz EFTA, NMIs (Krajowe Instytuty Metrologiczne) z innych krajów europejskich spełniające odpowiednie kryteria;

Członkowie stowarzyszeni: NMIs starające się o pełne członkostwo, Instytuty Desygnowane z państw członkowskich, byli członkowie EUROMET, którzy nie mogą zostać członkiem EURAMET ze względów formalnych, instytut UE działający w obszarze metrologii;

Organizacje Stowarzyszone: Regionalne organizacje metrologiczne, Członkowie – Korespondenci, Organizacje – Korespondenci.

Należy wspomnieć, iż EURAMET jest stowarzyszeniem o charakterze non-profit, działającym w oparciu o niemiecki kodeks cywilny.

Zgromadzenie Ogólne EURAMET 2016 – informacje ogólne, przebieg

Zgromadzenie Ogólne EURAMET (GA – *General Assembly*), odbywające się co roku w innym państwie członkowskim, jest głównym ciałem decyzyjnym organizacji. Podczas spotkania omawiane są bieżące sprawy z zakresu funkcjonowania EURAMET, takie jak sprawozdania z prac komitetów technicznych, kwestie finansowe, programy badawcze, czy raporty z prac innych organizacji metrologicznych, m.in. BIPM, WELMEC czy raporty z prac Instytutów Desygnowanych.

Nie inaczej było w tym roku. Podczas spotkania w Oslo, którego gospodarzem w dniach 23–27 czerwca był NMI z Norwegii – Norweska Służba Metrologii (*Justertvset*) omówiono istotne dla europejskiej oraz światowej metrologii kwestie. W konferencji wzięli udział delegaci z krajów członkowskich (Polskę reprezentował Wiceprezes GUM ds. Metrologii Naukowej, przedstawiciele Instytutów Desygnowanych, międzynarodowych organizacji metrologicznych i współpracujących, zaproszeni goście. Należy zaznaczyć, iż poprzednie GA, odbywające się w Krakowie z rekordową liczbą delegatów, w opinii

uczestników oraz samego EURAMET zakończyło się dużym merytorycznym oraz organizacyjnym sukcesem.

Zgromadzenie Ogólne EURAMET 2016 było połączone z posiedzeniem Komitetu EMRP/EMPIR. W prezentacji przedstawionej podczas obrad zwrócono uwagę na dużą intensywność działań w ramach komitetu, obejmującą realizację szeregu projektów naukowych. W samym 2015 r. zatwierdzono ich do realizacji ponad 30, a dotyczą one m.in. niezwykle istotnych dla życia dziedzin, takich jak zdrowie czy środowisko. W tym roku zgłoszono kolejne ważne projekty z takich dziedzin, jak energia i środowisko. Przykładem konkretnych działań prowadzonych w ramach projektu EMRP, mających wpływ na jakość życia, jest opracowanie dwóch metod pomiaru w wodzie szkodliwej substancji tributyltin (TBT), stosowanej do konserwacji łodzi. W prezentacji pokreślono zbliżanie się do końca tego projektu.

Delegaci na Zgromadzenie Generalne zapoznali się także z informacjami dotyczącymi działalności innych istotnych organizacji metrologicznych. Szczegółowo omówiono funkcjonowanie Międzynarodowego Biura Miar (BIPM) oraz Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM). Konwencja Metryczna, CIPM i „obsługujący” ją BIPM są kluczowe dla zachowania międzynarodowej spójności pomiarowej. W prezentacji podkreślono „rozszerzanie się” członkostwa w Konwencji. W 2016 r. Konwencję ratyfikowały Iran, Zjednoczone Emiraty Arabskie, natomiast Katar stał się członkiem stowarzyszonym. Obecnie do Konwencji należy 58 członków oraz 40 członków stowarzyszonych. Rozwój metrologii naukowej jest głównym, ale nie jedynym zadaniem BIPM. Biuro, wraz z Międzynarodową Organizacją Metrologii Prawnej, jest organizatorem i koordynatorem Światowego Dnia Metrologii, obchodzonego w celu uczczenia podpisania 20 maja 1875 r. Konwencji Metrycznej. Podczas konferencji omówiono także ważny program prowadzony w ramach BIPM – Capacity Building and Knowledge Transfer Programme. Ma on za zadanie wzmocnić międzynarodowy system metrologiczny oraz pomóc rozwijającym się krajowym instytutom metrologicznym stać się bardziej aktywnymi w ramach systemu.

Cele strategiczne EURAMET

Kluczowym punktem obrad zaprezentowanym uczestnikom były cele strategiczne EURAMET. Do najważniejszych należą:

- wzrost oddziaływania na decydentów i polityków,
- dalsza współpraca w obszarze badań i rozwoju,
- zapewnienie dużych korzyści państwom członkowskim,
- wspieranie europejskiej infrastruktury jakości,
- angażowanie w projekty interesariuszy.

Jednym z głównych docelowych interesariuszy stowarzyszenia jest Europejska Agencja Kosmiczna (*European Space Agency, ESA*). W ramach dotychczasowych działań zidentyfikowano pierwsze wspólne obszary aktywności. Ważnym elementem strategii EURAMET pozostaje intensyfikacja współpracy w dziedzinie norm, z głównymi partnerami w tym obszarze: Europejskim Komitetem Normalizacyjnym (fr. *Comité européen de normalisation, CEN*) oraz Europejskim Komitetem Normalizacyjnym Elektrotechniki (fr. *Comité Européen de Normalisation Electrotechnique, CENELEC*). W tym celu sformowana została grupa STAIR-EMPIR (STAIR: STandardization, Innovation and Research – Normalizacja, Innowacja i Badania). W ramach ogłoszonych wezwań do udziału we wspólnych projektach badawczych komitety techniczne CEN-CENELEC zidentyfikowały 15 obszarów zapotrzebowania, które posłużyły do sformułowania 10 propozycji tematów badawczych.

Najważniejsze cele EURAMET doczekały się publikacji w Strategicznym Planie Badawczym (*Strategic Research Agenda, SRA*). Dokument ten ma ułatwić ustalanie przyszłych priorytetów dla europejskiej metrologii, przy pełnym poszanowaniu faktu, że Krajowe Instytucje Metrologiczne oraz Instytuty Desygnowane działają w ramach polityki realizowanej w swoim ojczystym kraju. Zadaniem dokumentu jest także nakreślenie wytycznych dla programu roboczego EMPIR oraz wsparcie komitetów technicznych EURAMET w kontynuacji współpracy po wygaśnięciu programu EMPIR. Rozpoczęto już prace przygotowawcze do kolejnego programu noszącego roboczą nazwę EMP4.

Budowa potencjału metrologicznego pozostaje, tak jak i wcześniej, jednym z filarów strategii

EURAMET. Realizację tego zadania mają ułatwić zmiany organizacyjne: przekształcenie grupy roboczej Rady Dyrektorów EURAMET w grupę fokusową. Jej głównymi zadaniami będą:

- stworzenie mapy potencjału metrologicznego (*metrology capacity map*) oraz identyfikacja potrzeb krajowych, regionalnych i europejskich, a następnie ułożenie planu działań;
- zaproponowanie odpowiednich działań badawczych celem rozwoju potencjału badawczego u mniej doświadczonych członków EURAMET;
- ułatwienie współpracy oraz wspólnego korzystania z infrastruktury metrologicznej;
- stymulowanie i identyfikacja potrzeb w zakresie szkoleń i porównań;
- ułatwienie aktywnego zaangażowania członków GR ds. Budowy Potencjału Rady Dyrektorów (BOD-WGCB) w działania Komitetów Technicznych;
- ułatwienie dostępu do funduszy strukturalnych UE, zawierania bezpośrednich porozumień bilateralnych i wielostronnych oraz korzystania z innych funduszy, a także ułatwienia w angażowaniu się w ramach EMPIR.

Kolejnym elementem strategii działań EURAMET jest silniejsza integracja Instytutów Desygnowanych z europejską siecią metrologiczną oraz prace stowarzyszenia. Miały temu służyć m.in. zorganizowane w lutym bieżącego roku w Danii warsztaty dla Instytutów Desygnowanych zatytułowane: „Nowe wyzwania dla pełnej integracji Instytutów Desygnowanych w działania EURAMET (DI Workshop “New challenges for full integration of DIs within EURAMET”). Ich głównym celem było wyjaśnienie specyficznych potrzeb i oczekiwań różnych środowisk oraz ustanowienie na przyszłość efektywnych kanałów komunikacji. Ostatecznym celem strategicznym EURAMET jest budowa zintegrowanej, adekwatnej do potrzeb, europejskiej infrastruktury metrologicznej. W rozumieniu EURAMET taka infrastruktura jest odpowiednio rozlokowana, a w jej skład wchodzi działające suwerennie, aczkolwiek w sposób bardziej skoordynowany niż w przeszłości, współdziałające ze sobą NMIs. Twórcom tej koncepcji zależy, by uniknąć mnożenia potencjału metrologicznego we wszystkich krajach. Jednocześnie chcą uniknąć rozdrobnienia zdolności pomiarowych. Przyjęte rozwiązania mają być przemyślane i zapewnić

maksymalną efektywność. Realizację tego celu mają ułatwić:

- opracowanie raportu na temat stanu realizacji spójności pomiarowej w Europie;
- analiza wpływu programów badawczych na NMI, w tym efektów w zakresie wspólnego rozwoju oraz uczestnictwa we Wspólnych Programach Badawczych;
- opracowanie raportu na temat wizji poszczególnych NMIs, dotyczących zintensyfikowanej współpracy, w tym podjętych działań i zamierzeń w zakresie tworzenia bardziej spójnego europejskiego potencjału metrologicznego oraz usług;
- zinventaryzowanie modeli współpracy biorących pod uwagę różnice instytucjonalne – wielkość i formy organizacyjne – pomiędzy poszczególnymi NMIs, z uwzględnieniem potrzeb mniejszych i nowo powstających NMIs;
- stworzenie listy opcji dla przyszłego rozwoju.

Nieodłączną częścią strategii EURAMET jest współpraca z innymi organizacjami międzynarodowymi i regionalnymi. Najważniejszą z nich jest współpraca z BIPM w zakresie realizacji strategicznego „Porozumienia o wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne” (CIPM Mutual Recognition Arrangement, CIPM MRA). EURAMET wniósł istotny wkład w prace grupy roboczej Międzynarodowego Komitetu Miar, jeśli chodzi o realizację porozumienia. Istotne znaczenie w strategii EURAMET odgrywa współpraca w ramach Europejskiej Akredytacji (*European Accreditation*).

Obok szczegółowej informacji na temat współpracy EURAMET z BIPM, uczestnicy zgromadzenia mieli okazję zapoznać się z prezentacjami takich organizacji, jak: COOMET (Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions), SIM (SISTEMA INTER-AMERICANO DE METROLOGÍA), NCSLI (National Conference of Standards Laboratories), EUROLAB (European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories), WELMEC (European Cooperation in Legal Metrology) oraz Eurachem (*network of European organizations dealing with the measurement traceability and chemical measurements*). Mnogość organizacji biorących udział, obok NMIs, w tegorocznym Zgromadzeniu Ogólnym EURAMET może

świadczyc o kompleksowym podejściu organizatorów do problemu rozwoju metrologii w uwarunkowaniach europejskich. Krótki zarys celów strategicznych EURAMET pozwala na konkluzję, że w porównaniu z dotychczasowymi działaniami, nowe kierownictwo stowarzyszenia uznaje autonomię rozwoju metrologicznego w poszczególnych krajach członkowskich. Uwzględniając potrzebę zachowania efektywności rozwoju, swoją rolę organizacja widzi bardziej w koordynacji i pogłębianiu współpracy drogą konsultacji i dialogu niż odgórnej regulacji procesów rozwoju metrologii w poszczególnych NMIs. Wydaje się, że nowe, bardziej transparentne podejście do kształtowania współpracy przyczyni się do wzrostu zaufania i zmotywuje poszczególne państwa członkowskie także do aktywnego kształtowania własnych zdolności metrologicznych, przy zachowaniu możliwości korzystania z osiągnięć partnerów zrzeszonych w EURAMET.

Komitety techniczne EURAMET

Jedną ze stałych pozycji Zgromadzenia Generalnego jest prezentacja działalności komitetów technicznych EURAMET, których jest w organizacji 12 (GUM posiada przedstawiciela w każdym z nich). Do najważniejszych spraw poruszanych przez poszczególne komitety należały:

- ▶ zmiany w składzie osobowym przedstawicieli w komitetach technicznych (również zmiany przedstawicieli GUM);
- ▶ omówienie bieżących projektów badawczych – np. projekt numer 1373 *On-site visit by external technical experts in the fields of metrology in chemistry*

and length, prowadzony przez GUM wraz z PTB. Projekt skupia się w szczególności na badaniach w dziedzinie pH oraz przewodności elektrolitycznej;

- ▶ omówienie nowych ciał w ramach istniejących komitetów – np. przekształcenie grupy ds. poprawy infrastruktury metrologicznej w krajach rozwijających się w grupę ds. budowy potencjału;
- ▶ omówienie warsztatów i seminariów organizowanych przez komitety techniczne – w ramach prac zorganizowano szereg spotkań, np. *arctic metrology workshop* organizowany przez INRIM, krajowy instytut metrologiczny z Włoch;
- ▶ omówienie zmian kadrowych – zmiany na stanowiskach przewodniczących komitetów technicznych, dokonanych podczas poprzedniego posiedzenia Zgromadzenia Generalnego.

Podsumowanie

EURAMET pełni kluczową rolę w europejskiej metrologii, stając się koordynatorem, a wręcz motorem napędowym wielu ważnych projektów i przedsięwzięć o charakterze naukowym. Miniona konferencja potwierdziła zaangażowanie organizacji w szereg projektów z dziedzin istotnych dla życia człowieka, jak również podkreśliła coraz ściślejszą współpracę z instytucjami zajmującymi się metrologią oraz dziedzinami pokrewnymi – akredytacją, normalizacją. Ponadto, w dobie silniejszego rozwoju technologicznego UE i rywalizacji z innymi gospodarkami światowymi rozwinięta metrologia jest warunkiem sine qua non postępu technologicznego.

Reforma systemu certyfikacji Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej

Reform of the OIML Certificate System for Measuring Instruments

Joanna Sękała (Biuro Metrologii Prawnej)

System certyfikacji przyrządów pomiarowych Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML), wprowadzony został w 1991 r. Jego głównym celem było ułatwienie i przyspieszenie procedur administracyjnych związanych z zatwierdzeniem typu przyrządów pomiarowych, podlegających prawnej kontroli metrologicznej. Obecnie w ramach OIML funkcjonują równolegle dwa systemy certyfikacji: System Podstawowy oraz System MAA (*Mutual Acceptance Arrangement*). Udział w obydwu ma charakter dobrowolny. Na przestrzeni ponad dwóch dekad funkcjonowania systemu certyfikacji OIML, stawało się coraz bardziej oczywiste, że ze względu na ograniczenia organizacyjne, nie spełnił on wszystkich pokładanych w nim oczekiwań. W 2013 r. przystąpiono do prac nad jego reformą.

The OIML Certificate System for Measuring Instruments, first introduced in 1991, was supposed to facilitate and accelerate administrative procedures relating to type approval of measuring instruments subject to legal control. Today the OIML Certificate System comprises two schemes: one for Basic Certificates and one for MAA Certificates, both of which are voluntary. After over two decades of functioning of the OIML Certificate System it has become more and more evident that the System, due to organizational constraints, has not met all the expectations. This realisation in 2013 prompted a reform of the entire System.

Międzynarodowa Organizacja Metrologii Prawnej (OIML), powołana do życia ponad 60 lat temu, była pierwszą uniwersalną organizacją międzynarodową, działającą w obszarze metrologii prawnej. Zarówno na początku istnienia, jak i obecnie, jej podstawowym zadaniem jest globalna harmonizacja przepisów technicznych i narzędzi prawnej kontroli metrologicznej. Promowanie wzajemnego uznawania przez państwa członkowskie przyrządów pomiarowych, spełniających wymagania ujęte w zaleceniach OIML, stanowi ważny element w procesie eliminowania barier technicznych w handlu.

Jednym z najistotniejszych narzędzi, które w praktyce mogły przyczynić się do ograniczania barier w międzynarodowym handlu przyrządami pomiarowymi, miał być uniwersalny system certyfikacji stworzony pod auspicjami OIML, obejmujący swoim zakresem państwa członkowskie Organizacji.

Prace nad stworzeniem systemu certyfikacji, którego głównym zadaniem miało być uproszczenie procedur administracyjnych oraz obniżenie kosztów związanych z międzynarodowym obrotem przyrzą-

dami pomiarowymi, podlegającymi prawnej kontroli, rozpoczęły się w już latach 70. ubiegłego wieku.

Obecnie funkcjonują równolegle dwa systemy certyfikacji: Podstawowy System Certyfikacji OIML oraz System MAA (*Mutual Acceptance Arrangement*).

Historia funkcjonowania systemu certyfikacji

Podstawowy System Certyfikacji OIML ostatecznie ukonstytuował się w 1991 r. W ramach Systemu jednostka certyfikująca (tzw. *Issuing Authority*), upoważniona przez członka Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej (CIML), po przeprowadzeniu koniecznych badań, określonych w odpowiednich zaleceniach OIML i po wykazaniu, że dany typ przyrządu pomiarowego spełnia wszystkie wymagania określone przez tą organizację, wydaje **Podstawowy Certyfikat Zgodności OIML**.

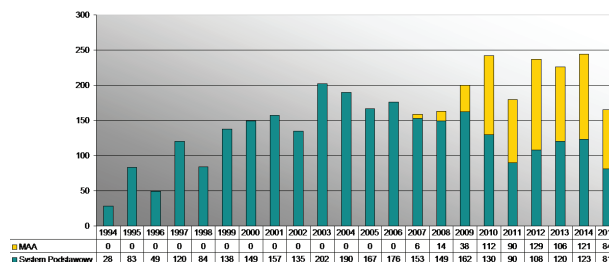
Uczestnictwo w Systemie Podstawowym ma charakter dobrowolny, zaś ewaluacji typu poddawany jest egzemplarz próbny przyrządu pomiarowego. System nie przewiduje żadnych procedur

umożliwiających weryfikację, czy dany egzemplarz przyrządu pomiarowego jest reprezentatywny dla całości produkcji (punkt 1.2 OIML B3 Edition 2011(E) *OIML Basic Certificate System for OIML Type Evaluation of Measuring Instrument*). Zgodnie z przepisami wewnętrznymi OIML (pkt 7.4 OIML B3 Edition 2011(E)) na przedsiębiorcy, który uzyskał Podstawowy Certyfikat Zgodności OIML dla danego typu produkowanego przez siebie przyrządu pomiarowego, spoczywa „moralny obowiązek” zagwarantowania, iż każdy kolejny egzemplarz opuszczający taśmę produkcyjną jest zgodny z typem poddanym ewaluacji.

Jedną z najistotniejszych słabości Podstawowego Systemu Certyfikacji jest fakt, iż wydawane certyfikaty w świetle prawa międzynarodowego nie stanowią dowodu zatwierdzenia, a tym samym nie można z nich wywodzić żadnych praw (pkt 7.1 OIML B3 Edition 2011(E)).

Certyfikat, wraz z towarzyszącym mu Raportem Ewaluacji Typu OIML, może być przedstawiony przez przedsiębiorcę, jako dodatkowy dowód towarzyszący wnioskowi w sprawie krajowego lub regionalnego zatwierdzenia typu, jak również w ramach postępowań towarzyszących legalizacji pierwotnej. Niemniej uwzględnienie dostarczonych dokumentów leży w gestii podmiotu, który dany wniosek rozpatruje. Niezależnie od tego przedsiębiorca ma prawo informować swoich klientów i użytkowników, o uzyskanym dla danego typu przyrządów pomiarowych Podstawowym Certyfikacie Zgodności OIML. Należy podkreślić, iż Podstawowe Certyfikaty nie mogą być wykorzystywane, jako potwierdzenie

Liczba certyfikatów OIML wydanych w latach 1994–2015



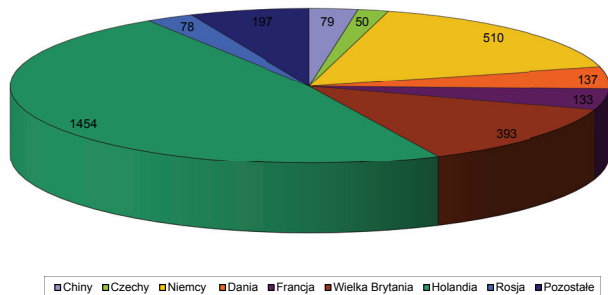
(Opracowanie własne na podstawie danych dostępnych na stronie http://arcachon.oiml.org/docs/ciml_presentations/, wg stanu na październik 2015 r.)

spełniania wymagań OIML przez poszczególne egzemplarze opuszczające taśmę produkcyjną.

Ograniczone uznawanie Podstawowych Certyfikatów przez podmioty zajmujące się certyfikacją oraz brak narzędzi umożliwiających weryfikację zgodności danego egzemplarza przyrządu pomiarowego wprowadzanego do obrotu z zatwierdzonym typem, stanowią o słabości Podstawowego Systemu Certyfikacji OIML. Stąd też zainteresowanie przedsiębiorców Certyfikatami na przestrzeni ostatnich lat malało. Również zaangażowanie państw członkowskich w uczestnictwo w Systemie do tej pory było umiarkowane. Spośród 61 państw członkowskich OIML w Systemie uczestniczy jedynie 29. Co więcej, spośród 3031 wydanych dotychczas Podstawowych Certyfikatów, blisko dwie trzecie wydanych zostało przez jednostki certyfikujące z Holandii (łącznie 1454 certyfikaty) i Niemiec (510 certyfikatów).

Stworzony w 2005 r. System MAA (*Mutual Acceptance Arrangement*), będący rozwinięciem wyżej opisanego Podstawowego Systemu, zakłada

Liczba Podstawowych Certyfikatów Zgodności OIML w latach 1994–2016 wg państw członkowskich OIML



(Opracowanie własne na podstawie danych dostępnych na stronie https://www.oiml.org/en/certificates/registered-certificates/certificat_view, wg stanu na czerwiec 2016 r.)

Udział państw członkowskich w Systemie MAA

Tytuł zalecenia OIML	Państwo członkowskie uczestniczące w Systemie MAA
R 49 Wodomierze	Dania, Wielka Brytania
R 60 Przetworniki pomiarowe	Chiny, Francja, Niemcy, Japonia, Holandia, Szwajcaria oraz Wielka Brytania
R 76 Wagi nieautomatyczne	Australia, Chiny, Francja, Niemcy, Japonia, Korea Płd, Holandia, Słowacja, Szwajcaria, Wielka Brytania

(Opracowanie własne na podstawie danych ze strony OIML <https://www.oiml.org/en/certificates/maa-certificates/issuing-participants-by-category>, wg stanu na czerwiec 2016 r.)

możliwość podpisywania wzajemnych porozumień pomiędzy instytucjami odpowiedzialnymi za metrologię prawną państw członkowskich OIML. Państwa te, podpisując deklarację o wzajemnym uznawaniu (*Declaration of Mutual Confidence, DoMC*), zobowiązują się do uznawania wyników testów (ewaluacji typu) przyrządów pomiarowych, przeprowadzanych zgodnie z wymaganiami określonymi w zaleceniach OIML.

System MAA obejmuje obecnie trzy typy przyrządów pomiarowych: **wodomierze, przetworniki pomiarowe oraz wagi nieautomatyczne.**

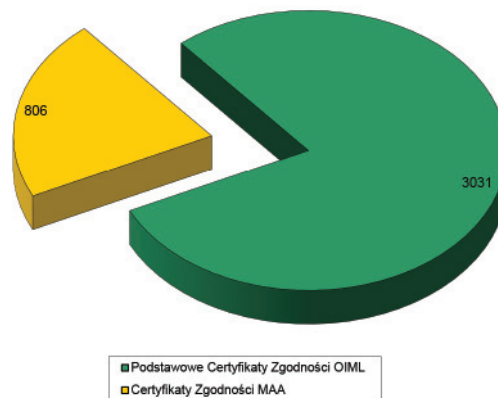
W ciągu ostatnich dziesięciu lat coraz wyraźniej dało się zaobserwować wady obydwu systemów. Podstawowy System Certyfikacji obejmuje 38 kategorii przyrządów pomiarowych, podczas gdy System MAA, po 10 latach funkcjonowania, obejmuje jedynie trzy wyżej wspomniane kategorie przyrządów.

Podstawowe zarzuty formułowane przez ekspertów pod adresem obydwu systemów dotyczą m.in.:

- znikomej uznawalności na świecie certyfikatów OIML oraz towarzyszących im wyników badań (w tym tych, wydawanych w ramach Systemu MAA);
- niewielkiego zainteresowania ze strony państw członkowskich Organizacji udziałem w deklaracjach o wzajemnym uznawaniu w ramach Systemu MAA;
- niejasnej struktury zarządzania oraz skomplikowanych procedur w ramach obydwu systemów.

Skalę problemu, związanego z ograniczonym uczestnictwem państw członkowskich OIML w Systemie MAA, najlepiej obrazują liczby. W przypadku zalecenia OIML R 60, dotyczącego przetworników pomiarowych, do tej pory deklarację o wzajemnym uznawaniu podpisało siedem instytucji metrologicznych, podczas gdy w przypadku zalecenia OIML R 49, dotyczącego wodomierzy, jedynie dwie. Najlepiej sytuacja przedstawia się w przypadku zalecenia OIML R 76, dotyczącego wag nieautomatycznych, w ramach którego dziesięć państw członkowskich uczestniczy w Systemie MAA. W sumie, spośród 61 państw będących stałymi członkami OIML, w Systemie MAA uczestniczy jedynie 11 państw, tj. Dania, Wielka Brytania, Chiny, Francja, Niemcy, Japonia, Holandia, Szwajcaria, Australia, Korea Południowa oraz Słowacja.

Liczba certyfikatów wydanych w latach 1994–2016 (wg stanu na czerwiec 2016 roku)



(Opracowanie własne na podstawie danych dostępnych na stronie https://www.oiml.org/en/certificates/registered-certificates/certificat_view, wg stanu na czerwiec 2016 r.)

Łącznie, do tej pory, w ramach obydwu systemów certyfikacji zostało wydanych 3837 certyfikatów OIML.

Początek reformy

Postulat dotyczący gruntownej przebudowy systemów certyfikacji OIML zgłaszany był od dawna, niemniej konkretne kroki OIML podjęła pod koniec 2013 r., w ramach 48. posiedzenia Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej. Wtedy to powołana została do życia grupa *ad hoc*, której powierzono zadanie dokonania przeglądu procedur regulujących funkcjonowanie systemów certyfikacji OIML i opracowania wstępnych założeń ich reformy. Na czele grupy stanął wiceprzewodniczący CIML, pan Roman Schwarz. Międzynarodowe Biuro Metrologii Prawnej (BIML), z siedzibą w Paryżu, miało pełnić rolę sekretariatu grupy.

Oprócz konkretnych propozycji zwiększenia efektywności funkcjonowania systemów certyfikacji OIML, grupa miała przedstawić propozycje zmian w publikacjach bazowych OIML, regulujących funkcjonowanie obydwu systemów:

- OIML B 3:2011 *OIML Basic Certificate System for OIML Type Evaluation of Measuring Instruments*;
- OIML B 10:2011 *Framework for a Mutual Acceptance Arrangement on OIML Type Evaluations, Integrating the changes in the 2012 Amendment*,
- OIML MAA 01 *Operating rules of the Committee on Participation Review and Declarations of Mutual Confidence*.

Swoje rekomendacje grupa przedstawiła dwa lata później, podczas 50. posiedzenia Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej w Arcachon (Francja). **Przede wszystkim zaprezentowana została koncepcja utworzenia jednolitego Systemu Certyfikacji OIML (OIML-CS), który zastępowałby dwa obecnie istniejące systemy.** W odpowiedzi na zarzuty dotyczące niejasnej struktury zarządzania oraz skomplikowanych procedur w ramach obydwu systemów, grupa zaproponowała utworzenie Komitetu Zarządzającego, kierującego pracami jednolitego Systemu Certyfikacji, który podlegałby bezpośrednio CIML.

Również tym razem zadanie opracowania nowej publikacji bazowej (OIML B), zastępującej OIML B 3 oraz OIML B 10, powierzono grupie projektowej pod przewodnictwem wiceprzewodniczącego CIML, p. Romana Schwarza. Zgodnie z przyjętym podczas posiedzenia CIML harmonogramem dalszych prac nad utworzeniem OIML-CS, który najprawdopodobniej zostanie dotrzymany, proces budowy Systemu zostanie sfinalizowany podczas najbliższego posiedzenia Międzynarodowej Konferencji Metrologii Prawnej, które odbędzie się 19 października tego roku w Strasburgu.

Zasady funkcjonowania projektowanego systemu certyfikacji OIML-CS

Projekt publikacji bazowej (OIML B), zatytułowanej *Framework for the OIML Certification System*, zakłada utworzenie pojedynczego systemu OIML-CS, którego podstawowym celem będzie ułatwienie, przyspieszenie i harmonizowanie prac krajowych i regionalnych organów odpowiedzialnych na ewaluację typu (*type evaluation*) oraz zatwierdzenie typu (*type approval*) przyrządów pomiarowych objętych prawną kontrolą.

Podobnie, jak ma to miejsce obecnie w ramach nowego systemu, ocenie typu poddawana będzie próbka produkcji. Co istotne, również w nowym systemie nie będzie się weryfikowało, czy dana próbka faktycznie jest reprezentatywna dla całości produkcji. Zagadnienie to może zostać uregulowane w innej publikacji OIML. W związku z tym producent będzie miał jedynie **moralny obowiązek** zapewnienia, że produkowane przez niego przyrządy pomiarowe odpowiadają certyfikowanej próbie.

Producent lub jego upoważniony przedstawiciel, z dowolnego kraju, będzie mógł wnioskować o przeprowadzenie ewaluacji typu konkretnego przyrządu pomiarowego oraz o wydanie przez podmiot do tego upoważniony Certyfikatu OIML w każdym państwie członkowskim OIML, uczestniczącym w systemie OIML-CS. Podobnie, każdy Certyfikat OIML lub towarzyszący mu raport z badań/ewaluacji, może być uznawany i wykorzystywany przez odpowiednie organy państwowe.

Zgodnie z projektem publikacji, przed systemem OIML-CS stawiane są następujące cele:

- promowanie globalnej harmonizacji, jednolitej interpretacji i wdrażania prawnych wymagań metrologicznych dotyczących przyrządów pomiarowych;
- przyspieszenie oraz zwiększenie efektywności krajowych procedur związanych z ewaluacją oraz zatwierdzeniem typu przyrządów pomiarowych objętych prawną kontrolą metrologiczną;
- ustalenie zasad i procedur wspierających budowę wzajemnego zaufania pomiędzy uczestnikami systemu OIML-CS.

Uczestnictwo w systemie, tak jak to miało miejsce do tej pory, będzie dobrowolne. Za funkcjonowanie systemu będzie odpowiadać Komitet Zarządzający (*OIML-CS Management Committee*).

System OIML-CS będzie jednolitym (pojedynczym) systemem, w skład którego wchodzić będą dwa programy (podsystemy) (ang. *schemes*):

- **Program A** – zastępujący System MAA,
- **Program B** – zastępujący Podstawowy System Certyfikacji OIML.

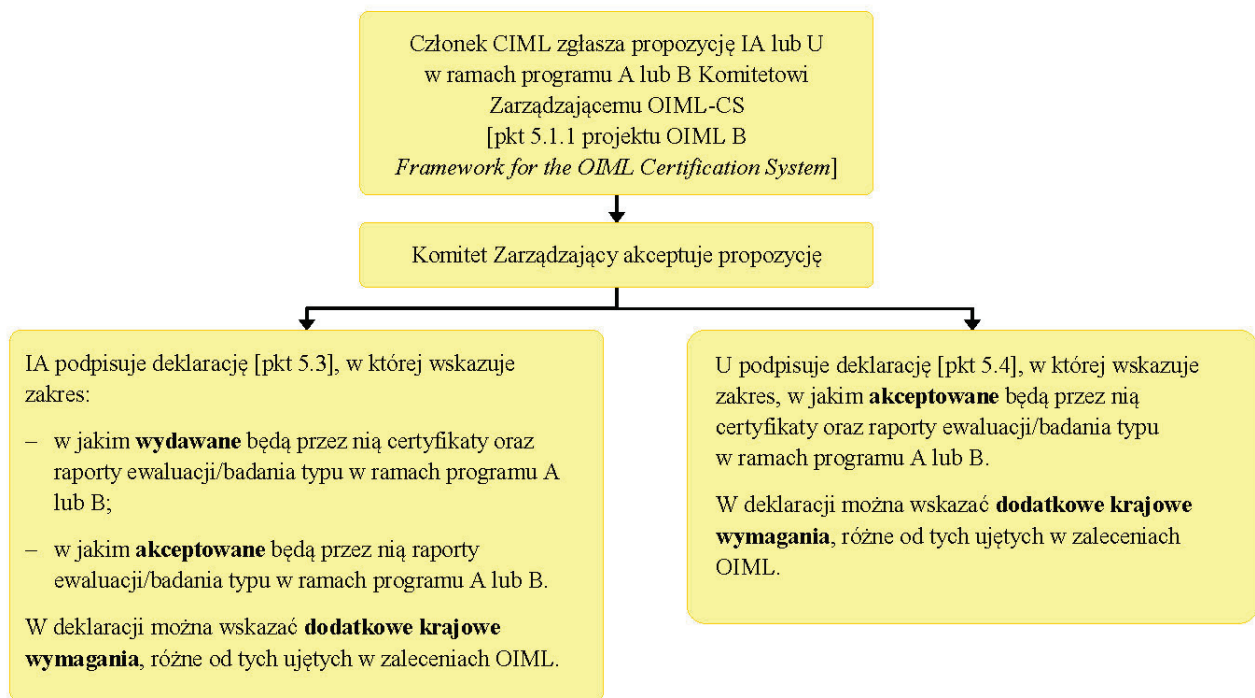
Rekomendację dotyczącą tego, do którego programu należy zakwalifikować dany typ przyrządu, zgłaszać będzie Komitet Zarządzający. Ostateczna decyzja w tej sprawie należeć będzie do członków CIML. Co do zasady dana kategoria przyrządu może należeć tylko do jednego programu (A albo B).

Członkostwo w OIML-CS

Wyróżniać się będzie dwa typy podmiotów instytucjonalnych, biorących udział w OIML-CS:

- jednostki certyfikujące (tzw. Issuing Authorities) oraz
- instytucje wykorzystujące podczas prowadzonych postępowań certyfikaty wydane przez jednostki certyfikujące (tzw. Utilizers).

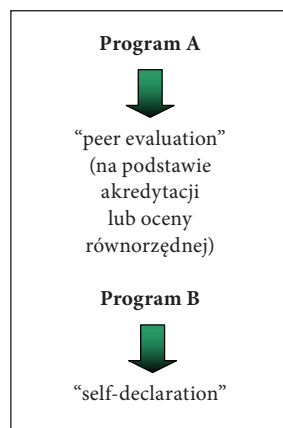
Procedura wyznaczania jednostek certyfikujących (Issuing Authorities, IA) oraz podmiotów wykorzystujących certyfikaty podczas prowadzonych postępowań (Utilizers, U)



Opr. własne

Każdy członek CIML może zgłosić Komitetowi Zarządzającemu jedną lub więcej jednostek certyfikujących dla konkretnej kategorii przyrządów pomiarowych. Ostateczna akceptacja instytucji w ramach programu A albo B, leżeć będzie w gestii Komitetu Zarządzającego. Ponadto członek CIML może zgłosić do udziału w systemie instytucje, które nie wydają certyfikatów OIML, ale wykorzystują certyfikaty wydane przez inne instytucje wydające, podczas prowadzonych postępowań (tzw. Utilizers). Instytucja wydająca certyfikaty OIML może, ale nie musi być tym samym podmiotem, który wydaje certyfikaty zatwierdzenia typu na gruncie prawa krajowego. Na tym etapie nie wiemy, które zalecenia (typy przyrządów) objęte zostaną programem A, które zaś programem B. Decyzję podejmie Komitet Zarządzający.

Warunki uczestnictwa w programach A i B w ramach systemu OIML-CS, stawiane jednostkom certyfikującym są takie same i wiążą się z koniecznością spełnienia przez te



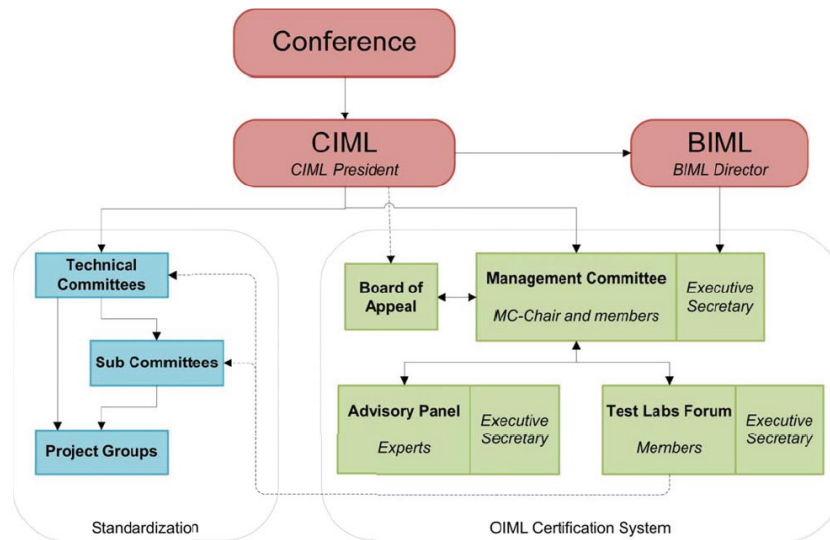
podmioty wymagań określonych w ISO 17025 i OIML D 30 *Guide for the application of ISO/IEC 17025 to the assessment of Testing Laboratories involved in legal metrology*. **Różnica między programami A i B leży w procedurach związanych z weryfikacją tego, czy dana instytucja wymagania te spełnia.** W przypadku Programu B, odpowiadającego obecnie funkcjonującemu Podstawowemu Systemowi Certyfikacji OIML, instytucja wydająca certyfikaty musi jedynie zadeklarować spełnianie wymagań i ewentualnie dostarczyć dowody na potwierdzenie tego stanu rzeczy. W przypadku Programu A spełnianie wymagań będzie musiało zostać potwierdzone przez ekspertów, w oparciu o akredytację lub w toku oceny równorzędnej (*peer assessment*).

Struktura organizacyjna

W ramach systemu zadania realizowane będą przez następujące organy:

1. **Międzynarodowy Komitet Metrologii Prawnej (CIML)**, którego podstawowym zadaniem będzie nadzorowanie funkcjonowania systemu, mianowanie przewodniczącego Komitetu Zarządzającego oraz zatwierdzanie niektórych jego decyzji.

Schemat organizacyjny systemu OIML-CS



Projekt OIML B Framework for the OIML Certification System, s. 12.

2. **Międzynarodowe Biuro Metrologii Prawnej (BIML)**, pełniące funkcję sekretariatu odpowiadającego za bieżące funkcjonowanie systemu OIML-CS.
3. **Komitet Zarządzający OIML-CS**, złożony z przewodniczącego, mianowanego przez CIML, przedstawicieli każdego z państw członkowskich uczestniczących w systemie, desygnowanych przez członków CIML, reprezentujących dany kraj oraz z pracownika BIML, pełniącego funkcję Sekretarza OIML-CS, bez prawa głosu. Podstawowym zadaniem spoczywającym na Komitecie będzie zarządzanie systemem, opracowywanie strategii i polityki oraz dokumentów statutowych i wykonawczych, regulujących kwestie związane z funkcjonowaniem systemu.
4. **Panel Doradczy (Advisory Panel)**, składający się z ekspertów nominowanych przez członków CIML i powoływanych przez Komitet Zarządzający, którego zadania dotyczyć będą przede wszystkim kwestii związanych z oceną kompetencji jednostek certyfikujących.
5. **Forum Laboratoriów Badawczych (Test Laboratories Forum)**, składające się z przedstawicieli laboratoriów badawczych, stanowiące forum wymiany doświadczeń dotyczących wymagań ujętych w zaleceniach OIML oraz metod badawczych.
6. **Radę Odwoławczą (Board of Appeal)**, składającą się z trzech członków CIML mianowanych przez

przewodniczącego CIML. Rada pełnić będzie funkcję organu odwoławczego od decyzji Komitetu Zarządzającego.

Przyszłość reformy

Obecnie projekt publikacji bazowej, opracowywany w ramach grupy projektowej ds. OIML-CS, jest na końcowym etapie procedowania. Uzyskawszy w czerwcu tego roku wstępną akceptację członków CIML (*preliminary ballot*), jesienią projekt zostanie przedstawiony do ostatecznego zatwierdzenia przez Komitet na jego najbliższym posiedzeniu. Następnie o zatwierdzenie publikacji poproszeni zostaną uczestnicy Międzynarodowej Konferencji, która towarzyszy w tym roku posiedzeniu Komitetu.

Po zatwierdzeniu publikacji planuje się powołanie tymczasowego Komitetu Zarządzającego i powierzenie mu zadania opracowania niezbędnych procedur oraz dokumentów wykonawczych, jak również powołania członków Panelu Doradczego. Ponadto zakłada się opracowanie przez Komitet w 2017 r. i podpisanie w tym samym roku przez jednostki certyfikujące deklaracji wskazujących zakres, w jakim wydawane będą przez nie certyfikaty oraz raporty ewaluacji/badania typu w ramach programu A lub B.

Zgodnie z deklaracjami OIML system stanie się w pełni funkcjonalny i zastąpi obecnie działające systemy 1 stycznia 2018 r.

Terminologia metrologiczna a powszechny charakter zastosowań metrologii

Metrological terminology and commonness of metrology applications

dr Jerzy Borzymiński (Redaktor działu Terminologia)

Tematem prac z zakresu terminologii metrologicznej są przede wszystkim pojęcia odnoszące się do zagadnień „czysto metrologicznych”, tzn. pomiarów, wielkości, jednostek miar, wyników pomiarów, właściwości przyrządów pomiarowych itp. Wskutek tego wydaje się czasem, że terminologia ta może być tworzona, rozwijana i stosowana tak samo, jak terminologia dyscyplin szczegółowych. Szczególna rola, jaką metrologia odgrywa we wszystkich dziedzinach życia społeczeństw, powoduje, że terminologia metrologiczna musi sprostać także dodatkowym wymaganiom wynikającym z powszechności zastosowań metrologii, a jej tworzenie i wdrażanie powinno przebiegać z uwzględnieniem tych okoliczności.

The work on the metrological terminology focuses on “purely metrological” issues, that is on measurement, quantities, units of measurement, measurement result properties of measuring instruments etc. Thus sometimes it is felt that the metrological terminology may be created, developed and applied as terminology in other fields of knowledge. However, the specific role that the metrology plays in all areas of human life makes necessary that metrological metrology must meet requirements resulting from the commonness of metrology applications. So creation and implementation of this terminology must be carried into effect with regard to this commonness.

52

Interdyscyplinarny charakter terminologii metrologicznej

Terminologią metrologiczną – oprócz osób, dla których metrologia jest zawodem – muszą posługiwać się także specjaliści reprezentujący szczegółowe dziedziny nauki i techniki. Zastosowania metrologii obejmują wszystkie obszary działalności ludzkiej i życia społeczeństw i w związku z tym każdy niejako zmuszony jest do kontaktu z metrologią. Sama metrologia uległa w ostatnim półwieczu gruntownej przemianie, a zakres i charakter zagadnień, jaki obecnie obejmuje, wykracza daleko poza to, czym była zaledwie kilkadziesiąt lat temu. Wymienione okoliczności dały impuls do podjęcia systematycznych międzynarodowych prac terminologicznych. Zasadniczym czynnikiem wymuszającym zmiany w terminologii metrologicznej był oczywiście rozwój technik pomiarowych oraz postęp w zakresie budowy przyrządów i systemów pomiarowych, ale jednocześnie metrologia stała się interdyscyplinarna i musiało dojść do integracji terminologii stosowanych przedtem w różnych dziedzinach.

Ponadto terminologia metrologiczna musiała uwzględnić problematykę zastosowań pomiarów i badań, czyli zagadnienia z obszarów certyfikacji, normalizacji i akredytacji.

Z inicjatywy Polski międzynarodowe prace terminologiczne przyjęły zinstytucjonalizowaną formę na gruncie metrologii prawnej w 1961 r., kiedy w Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej powstał Komitet Techniczny 1 „Terminologia” (OIML TC1). W 1969 r. opublikowany został „Słownik Metrologii Prawnej”. Od chwili powstania OIML TC 1 odpowiedzialna za jego prace jest Polska. Rozwój współpracy w ramach Konwencji Metrycznej (który m.in. doprowadził do podpisania w 1999 r. MRA) spowodował też w 1997 r. powstanie Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM): jedna z dwóch jego grup roboczych prowadzi prace terminologiczne. Członkami grupy są obecnie przedstawiciele ośmiu (nie tylko metrologicznych) organizacji międzynarodowych: BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, ILAC oraz OIML.

Oprócz przyspieszonego rozwoju na uwagę zasługuje także upowszechnienie metrologii i obecność

55 lat temu powstał Komitet Techniczny 1 „Terminologia” (OIML TC1 Terminology). Inicjatorem jego utworzenia był **prof. Jan Obalski**. Przez cały czas istnienia OIML TC1 Polska jest odpowiedzialna za organizację i przebieg jego prac.

jej we wszystkich dziedzinach życia. Bardzo trafna ocena roli nowoczesnej metrologii mówi, że służy ona zapewnieniu możliwości i jakości działania, a ponadto bezpieczeństwa i dlatego potrzebna jest wszędzie.

System miar

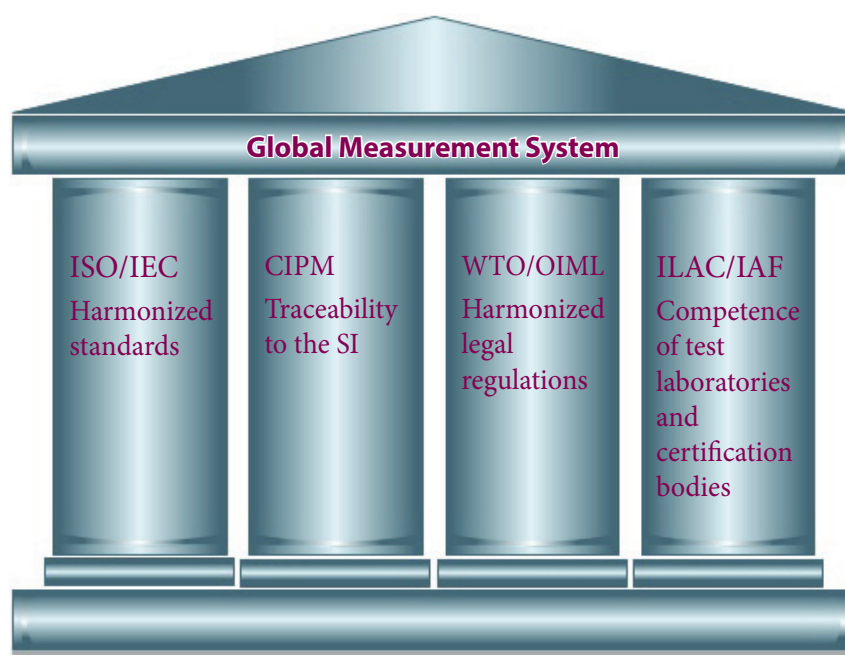
W przeszłości podstawowym postulatem w dziedzinie mierzenia była „dokładność”, jednak powszechnie oczekiwano także „rzetelności” pomiarów. Rozwój nowoczesnej metrologii przyniósł nowe, techniczne czy też może „wykonawcze” postulaty „jednolitości miar” i „spójności pomiarowej”. Te wymagania oraz wzajemne przenikanie się różnych – dawniej traktowanych jako odrębne – obszarów metrologii, narzuciły konieczność myślenia o niej w kategoriach systemu. Pojęcie to coraz częściej pojawia się w literaturze i praktyce metrologicznej. Mówi się o „krajowych systemach miar”, „krajowych systemach pomiarów”, ale także o „światowym”, czy nawet „globalnym systemie miar”. Takie podejście od co najmniej 20 lat prezentowane jest w literaturze specjalistycznej wiodących w zakresie metrologii krajów. Interesujące spojrzenie (cytowane później przez wielu autorów) zaprezentował prof. Manfred Kochsiek (PTB, Niemcy). Wyróżnia on cztery filary (rys. 1) globalnego systemu pomiarów (cyt.):

- Traceability to the SI (CIPM)
- Harmonized standards (ISO/IEC)
- Harmonized legal regulations (WTO/OIML)
- Competence of test laboratories and certification bodies (ILAC/IAF)

Przy okazji warto zwrócić uwagę, że spotykane czasem zamienne stosowanie pojęć „system miar” i „infrastruktura metrologiczna” nie jest uzasadnione: drugie z tych pojęć odnosi się do instytutów i laboratoriów metrologicznych i nie obejmuje instytucji normalizacyjnych czy akredytacyjnych ani realizowanych wspólnie zadań i procesów. Warto też mieć na uwadze fakt, że w literaturze anglojęzycznej termin „measurement system” oznacza różne pojęcia, w szczególności może odpowiadać – zależnie od kontekstu – polskim terminom: „układ pomiarowy”, „system pomiarowy”, „układ jednostek miar” i „system miar”.

Kształtowanie sprawnie działającego systemu miar wymaga zdefiniowania jego charakteru, celów i zadań. Wypowiadają się na ten temat międzynarodowe organizacje metrologiczne. Np. w publikacjach EURAMET-u, jako główną funkcję systemu miar wskazuje się, że „umożliwia on dokładne i rzetelne pomiary, które odpowiadają celom w kraju oraz są akceptowane na całym świecie.” Wskazuje się tam [EURAMET Guide No. 1 Version 2.0 (01/2015)] również, że (cyt.):

- “A comprehensive national measurement system includes several areas of responsibility:
- maintaining measurement standards for the units of measurement;
 - calibration and testing;
 - continuous development of measurement stan-



Rys. 1. Globalny system miar (wg M. Kochsiek)

- dards to meet future needs;
- laboratory accreditation;
- training in metrology;
- legal metrology;
- relevant documentary standards.”

Zagadnienia wymagające rozwiązania przy pracach terminologicznych

Tworzenie terminologii metrologicznej musi zatem uwzględniać wymagania systemu miar w powyższym rozumieniu. Charakterystyczną cechą systemu jest to, że można wyodrębnić w nim zespół lub zespoły elementów wzajemnie powiązanych w układy, realizujących jako całość funkcję nadrzędną lub zbiór takich funkcji (funkcjonalność). Istotnym aspektem działania systemu jest wewnętrzna komunikacja: przekazywanie i dystrybuowanie informacji, interpretacja dokumentów (w rozpatrywanym przez nas przypadku mogą to być np.: dane, protokoły, specyfikacje, procedury, normy, akty prawne, decyzje, certyfikaty lub tp.), przy czym zasadniczymi wymaganiami są ścisłość i jednoznaczność. Już tylko te dwa wymagania nie są łatwe do spełnienia w przypadku niespójności czy zaniedbań terminologicznych.

Terminologia metrologiczna musi być tworzona z uwzględnieniem szczególnej roli metrologii, wynikającej z powszechności jej zastosowań i znaczenia dla wszystkich dziedzin życia społeczeństw.

System miar (w znaczeniu, w jakim występuje w terminie „krajowy system miar”) oraz jego zadania są definiowane i opisywane za pomocą najogólniejszych pojęć metrologii. Do najczęściej występujących w opisie terminów należą: dokładność, jednolitość, rzetelność, sprawdzanie, weryfikacja, pomiar. Szczególnym terminem jest miara. Wszystkie te terminy występują w języku potocznym, przez co traktowane są jako powszechnie zrozumiałe, a jednocześnie używane bywają w różnych znaczeniach w dziedzinie metrologii. Powszechnym zjawiskiem jest spontaniczne, oparte na wiedzy przypadkowej, a czasem chyba trochę bezrefleksyjne stosowanie tych terminów. Jeśli chodzi o terminy specjalistyczne o węższym zakresie znaczeniowym, to zasadniczym

problemem są „międzyrodowiskowe” rozbieżności definicyjne i stała konieczność harmonizacji tej klasy terminów.

Do ważnych działań prowadzonych przez BIPM (JCGM) i OIML należy zaliczyć harmonizowanie i ujednolicanie terminologii. Jest to dokonywane przy współdziałaniu odpowiednich instytucji reprezentujących kraje członkowskie, a ważnym elementem tego zadania są ankiety prowadzone przez wspomniane wyżej organizacje międzynarodowe. Jest to jednak proces żmudny, czasochłonny i nie gwarantuje w pełni późniejszego efektywnego wdrożenia wypracowanej terminologii. Ponadto nie zapobiega niekorzystnym zjawiskom, które sprzyjają pojawianiu się nowych rozbieżności terminologicznych i powinny w związku z tym być brane pod uwagę w prowadzonych pracach. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich.

- 1) Różnice w **rozumieniu pojęć i terminów** z zakresu metrologii. Występują pomiędzy:
 - a) poszczególnymi dziedzinami pomiarów różnych wielkości,
 - b) poszczególnymi dziedzinami techniki i infrastruktury.

Jeśli chodzi o pierwszy przypadek, to odrębności terminologiczne dotyczą np. takich terminów jak: „metoda” czy „procedura”, które w dziedzinie metrologii chemicznej rozumiane są w odrębny sposób niż w innych obszarach. Z kolei, jeśli chodzi o właściwości przyrządów pomiarowych, napotyka się zróżnicowane ich rozumienie i definicje zależne od wytwórcy. Drugi przypadek dotyczy np. terminów „homologacja” i „zatwierdzenie typu”. Pojawia się czasem pytanie, czy można je stosować zamiennie, albo czy można je zastąpić jednym z nich. „Homologacja” – zgodnie ze swym greckim źródłosłowem – oznacza zgodę (aprobata) uprawnionej instytucji (pozwolenie) na użytkowanie urządzenia na terytorium kraju wydającego to pozwolenie. Obowiązkowi homologacji podlegają jedynie urządzenia określone we właściwych przepisach prawa. Co do swej istoty nie odbiega więc ona od zatwierdzenia typu. Metrologia jest bardzo szeroką domeną obejmującą wiele dziedzin (angażując wiele osób i instytucji), a jednak udało się osiągnąć consensus co do definicji „zatwierdzenia typu”. Wydaje się więc słusznym pozostanie przy tym terminie i „odgraniczenie” zatwierdzenia typu od skojarzeń z homologacją prowadzoną w odniesieniu

do innych grup urządzeń. Jednocześnie widoczny pozostaje związek zatwierdzenia typu z terminami „ewaluacja typu” i „badanie typu”.

2) Różnice w **interpretacji** wzajemnej **relacji pojęć** i **terminów** dotyczą:

- a) związków między pojęciami,
- b) przypisywania pewnym powszechnie stosowanym terminom specyficznych znaczeń.

W pierwszym przypadku przykładem może być para terminów: „prawna kontrola metrologiczna” i „ocena zgodności przyrządów pomiarowych”. Pojawiają się czasem opinie, że prawna kontrola metrologiczna jest szczególnym przypadkiem oceny zgodności, co raczej należy uznać za uproszczenie. Podobnie dzieje się z parą terminów „nadzór metrologiczny” i „nadzór rynku”, który z kolei próbuje się czasem zaliczyć do narzędzi nadzoru metrologicznego. W drugim przypadku przykładem mogą być terminy „dokładność” lub „ekspertyza”, które – jeśli stosowane są bez uprzedniego zdefiniowania ich znaczenia metrologicznego – mogą sugerować treści inne niż w zamyśle autora wypowiedzi.

3) **Różne poziomy komunikacji** są naturalną konsekwencją różnorodności zastosowań i dziedzin życia, gdzie terminologia metrologiczna występuje i gdzie stosują je osoby o bardzo zróżnicowanej wiedzy. Stąd nieuniknione jest:

- a) **mieszanie się**, w przypadku wielu słów, **znaczeń** charakterystycznych dla języka ogólnego ze znaczeniami metrologicznymi (np. dokładność, jednolitość, weryfikacja, sprawdzanie, miara, legalizacja, wartość prawdziwa, norma),
- b) spotykane czasem **mylenie znaczeń specjalistycznych** terminów przez osoby nie mające przygotowania metrologicznego (np. mylenie pojęć „niepewność” i „błąd”, „norma” i „przepis metrologiczny”, „dokładność” i „precyzja”).

4) Stan **kultury językowej** znacząco wpływa na prace terminologiczne prowadząc do upowszechniania się niepoprawnych językowo terminów (np. „systemy ekspertowe”, „błąd graniczny dopuszczalny”).

5) **Ewolucja znaczeń** poszczególnych pojęć powoduje konieczność przeglądów i w razie potrzeby

nowelizacji terminów i ich definicji oraz definiowania nowych pojęć. Obserwujemy to m.in. na przykładzie terminów dotyczących analizy wyniku pomiaru. Na potrzebę aktualizacji terminologii reagują szybciej poszczególne środowiska metrologiczne, wprowadzając własne terminy i definicje, co z kolei powoduje konieczność późniejszej harmonizacji.

6) Szybki rozwój potrzeb terminologicznych i spontaniczna na nie reakcja niejako wyzwala **specyficzne zjawiska językowe**, prowadzące do zamieszania w terminologii. Zaliczyć do nich należy:

- a) **„nadużywanie”** niektórych **terminów** i **nieuzasadnione stosowanie** ich w odniesieniu do pewnych pojęć. W niektórych tłumaczeniach i opracowaniach zauważalna jest np. tendencja do stosowania terminu „badanie” w roli polskiego odpowiednika terminów: „test”, „examination”, „evaluation”, co nie jest uzasadnione, a przy tym doprowadza do niejednoznaczności przekazu informacyjnego.
- b) **konflikt preferencji i przyzwyczajzeń** językowych. Np. stosowanie terminów o zbliżonym znaczeniu: „atest”, „certyfikat”, „świadectwo”, „zaświadczenie”, wg kryterium preferencji środowiskowych czy osobistych, skutkuje nadmiernym zróżnicowaniem terminologii. Z drugiej strony można spotkać się z odrzucaniem np. terminu „ewaluacja”, co uzasadniane bywa rzekomą jego obcością lub „niepolskością”. Podobne zjawiska obserwujemy i w innych dziedzinach, np. stosowany w matematyce termin „class of equivalence” (w innych językach: „classe d’équivalence”, „Äquivalenzklasse”, „klasa ekwivalencji”) w terminologii polskiej częściej nazywana jest „klasą abstrakcji” niż „klasą równoważności”). Jakiś czas temu pojawiła się próba zastąpienia używanego już od kilku lat w języku polskim terminu „budżet niepewności” terminem „bilans niepewności”, co – pomijając fakt, że anglojęzyczny termin „uncertainty budget” nie bywa na świecie kwestionowany i jest poprawnie tłumaczony właśnie jako „budżet niepewności” – oznaczałoby wprowadzenie nowego pojęcia, innego niż to, które stosują metrologowie we wszystkich innych krajach.

- c) spontaniczna **naturalizacja terminów obcojęzycznych**. Bez wcześniejszej starannej analizy ich znaczenia sprawia, że pojawiają się nowe terminy o postaci nie zawsze należycie uzasadnionej. Na tej zasadzie, pod wpływem angielskiego „calibration” pojawiła się w użyciu „kalibracja” pomimo, że zawsze istniał polski odpowiednik „wzorcowanie”. Nie postąpiono jednak wg tej zasady, kiedy upowszechnił się termin „traceability” (dosł. „prześledzalność”). Możliwe było utworzenie terminu „trasabilność” (w taki sam sposób jak „compatibility” oddano terminem „kompatybilność”), lecz zamiast tego wprowadzono termin „spójność”. Z kolei „spójność” to po angielsku „coherence”, która znaczy coś zupełnie innego niż „traceability”.

- 7) Szczególny rodzaj trudności pojawia się tam, gdzie zachodzi potrzeba użycia terminów wyrażających **pojęcia abstrakcyjne**. Terminy te, niełatwe do precyzyjnego zdefiniowania, z reguły używane są w różnych znaczeniach. Słowniki języka ogólnego na ogół przytaczają przypadki ich użycia bez analizy poszczególnych znaczeń. Na gruncie niektórych nauk bywa określana hierarchia tych terminów. Np. terminy „typ”, „rodzaj” i „rodzina” zajmują różne miejsca w klasyfikacji biologicznej organizmów żywych.

W metrologii bywają stosowane terminy: „model”, „typ”, „rodzaj”, „wzór”, „kategoria”, „rodzina”, „prototyp”, ale jedynie w sporadycznych przypadkach formułowane są odpowiednie definicje. W technice często używany jest termin „typizacja” i bywa on w literaturze definiowany. Natomiast „typ przyrządu pomiarowego” definiowany bywa poprzez odniesienie do terminu „model”. W różnych źródłach literaturowych podkreśla się wielość znaczeń terminu „model”. W metrologii trzeba brać pod uwagę przynajmniej dwa z nich:

- model (1): system założeń, pojęć i zależności między nimi pozwalający opisać (modelować) w przybliżony sposób jakiś aspekt rzeczywistości,
- model (2): typ, ..., rodzaj w ramach określonej marki.

W drugim objaśnieniu mamy do czynienia ze swego rodzaju ryzykiem terminologicznym, pokazując ono bowiem, że „model” to niejako to samo co „typ”

lub „rodzaj” i że terminy te mogą być używane zamiennie. Z kolei w literaturze angielskiej można natknąć wzmiankę następującą: „The word Type followed by a number is a common way to name a weapon or product in a production series, similar in meaning to „Mark”.”

Terminem, którego użycie wymaga szczególnej rozważki jest „kategoria” (z gr. *kategorēin* – orzekać), definiowana jako „podstawowy zbiór przedmiotów; element wyczerpującego podziału wszystkich bytów na najbardziej ogólne gatunki i rodzaje”. Wprowadzony NB przez Arystotelesa ze Stagiry, a następnie przez wieki, aż po dzień dzisiejszy, rozmaicie definiowany i chętnie stosowany, pojawia się także w metrologii. Warto zwrócić uwagę, że termin ten ma zastosowanie w przypadku „wyczerpującego podziału”.

Sposoby rozwiązania występujących problemów

Wielość dziedzin, dla których terminologia metrologiczna musi być wspólna, powoduje trudności w komunikacji i w wypracowaniu wspólnego podejścia, a także wynikające na tym tle polemiki. Czasem, jak wspomniano wyżej, pojawiają się „lokalne” próby rozwiązań terminologicznych (np. w postaci środowiskowych opracowań słowników obejmujących terminy metrologiczne). Takie działania mogą być pożyteczne pod warunkiem jednak, że realizowane są ze świadomością, iż w następnej kolejności niezbędne jest poszukiwanie *consensusu* międzyśrodowiskowego.

Systemowe podejście do terminologii metrologicznej wymaga działań adresowanych także do „podmiotów niemetrologicznych” współtworzących „system miar”. Niezbędna jest do tego właściwa metodyka i odpowiednie działania wdrażające.

W pierwszej z tych kwestii celowe wydają się następujące zasady postępowania:

- tworzenie zestawień porównawczych nowej lub nowelizowanej terminologii z terminologią w innych lub wcześniejszych publikacjach i badanie relacji pomiędzy terminami odnoszącymi się do danego pojęcia;
- respektowanie wypracowanych przez różne środowiska rozwiązań terminologicznych (tj. terminów i definicji) poprzez odniesienie się do nich w komentarzach (w tym także określenie relacji między różniącymi się propozycjami);

- przy opracowaniu nowej lub nowelizowanej terminologii zaopatrywanie nowych haseł słownikowych w komentarze i przypisy, podawanie haseł związanych oraz ewentualnych analogii z innych dziedzin;
- monitoring terminologii odnoszącej się do pomiarów i ich zastosowań w publikacjach „niemetrologicznych” w celu identyfikacji ewentualnych problemów;
- opracowywanie i publikowanie przykładów użycia nowych lub znowelizowanych terminów metrologicznych;
- ścisłe przestrzeganie zasad prac terminologicznych (m.in. zdefiniowanych we właściwych normach ISO) i dobrej praktyki translatorskiej przy opracowywaniu krajowych wersji słowników międzynarodowych;
- ścisłe przestrzeganie kryteriów poprawności językowej i logicznej;
- niedopuszczanie kryteriów pozamerytorycznych przy redagowaniu słowników metrologicznych i nieakceptowanie utrwalonych nawet dłuższym stosowaniem zapisów wadliwych;
- niestosowanie liczby głosek, jako jedyne kryterium rozstrzygającego przy tworzeniu lub nowelizowaniu terminologii.

Jeśli chodzi o wdrażanie nowych i znowelizowanych publikacji z zakresu terminologii metrologicznej to jako niezbędne wskazać należy:

- informowanie o nowych publikacjach z zakresu terminologii metrologicznej,

- tłumaczenie i upowszechnianie publikacji międzynarodowych,
- wyjaśnianie genezy przyjętych zapisów terminologicznych i ich uzasadnień,
- identyfikowanie pojawiających się w publikacjach i dokumentach zapisów wadliwych w celu zapobieżenia negatywnym ich konsekwencjom,
- monitoring tendencji rozwoju terminologii i analiza towarzyszących mu zjawisk,
- uwzględnianie statusu publikacji z zakresu terminologii (słownik terminologiczny, przewodnik, norma),
- zapewnienie zainteresowanym możliwości uzyskania profesjonalnych konsultacji terminologicznych.

Przedstawione powyżej problemy i propozycje ich rozwiązań nie są bynajmniej całkowicie nowe i nieznanne. Na sygnalizowane problemy zwracają uwagę komitety terminologiczne BIPM i organizacji członkowskich JCGM. Proponowane działania są realizowane w szeregu krajów. Zagadnienia metodyczne są od dawna przedmiotem uwagi i prac ISO. Ze względu na szczególną rolę metrologii, zasadniczą kwestią jest obecnie upowszechnienie dobrej praktyki prac w zakresie terminologii metrologicznej i konsekwentne przestrzeganie jej zasad.

Praktyczne wykorzystanie laserów w probiernictwie

The practical using of lasers in hallmarking

Robert Wójtowicz

(Kierownik Laboratorium Chemicznego w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Krakowie)

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację artykułu „Lasery w urzędach probierczych”, zamieszczonego w poprzednim numerze Biuletynu GUM „Metrologia i Probiernictwo” [nr 1(12) 2016]. W artykule opisano metody umieszczania oznaczeń na wyrobach ze stopów metali szlachetnych, przy użyciu urządzenia do laserowego oznaczania oraz omówiono sprawy jakości i trwałości wykonywanych wizerunków w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Krakowie i w jego wydziałach zamiejscowych.

This is a continuation of the article “Lasers in Assay Offices” stated in the previous issue of the Journal “Metrology and Hallmarking” Nr 1(12) 2016. The article describes the method of marking for articles of precious metal alloys, using a laser marking and discusses the quality and durability of images made at the Regional Assay Office in Krakow and branches.

Wstęp

Od wdrożenia nowej metody oznaczania wyrobów z metali szlachetnych przy użyciu lasera upłynęło już 12 lat, pierwsze takie urządzenia zakupiono w 2004 r. Od tego czasu liczba wyrobów, na których umieszczono oznaczenia laserowe, z roku na rok wzrasta.

Zakres usług dla interesantów urzędów probierczych obejmuje:

- ▶ oznaczanie wyrobów cechami probierczymi polskimi i konwencyjnymi;
- ▶ umieszczanie na wyrobach znaków imiennych wytwórców i importerów;
- ▶ umieszczanie oznaczeń liczbowych próby, np. 585, 999;
- ▶ oznaczanie wyrobów lub ich części składowych z metalu nieszlachetnego znakiem MET.

Najwięcej umieszczanych oznaczeń stanowią cechy probiercze. Oznaczanie przy użyciu lasera, tak jak tradycyjne znacznikiem probierczym, następuje zawsze po zbadaniu i określeniu próby wyrobu lub partii wyrobów.

Interesanci urzędów, pomimo ponoszonych dodatkowych kosztów, coraz częściej decydują się na zastosowanie metody laserowej, z następujących powodów:

- 1) cechę probierczą umieszcza się na wyrobach, których nie można oznaczyć metodami tradycyjnymi bez obawy ich uszkodzenia lub zniszczenia;

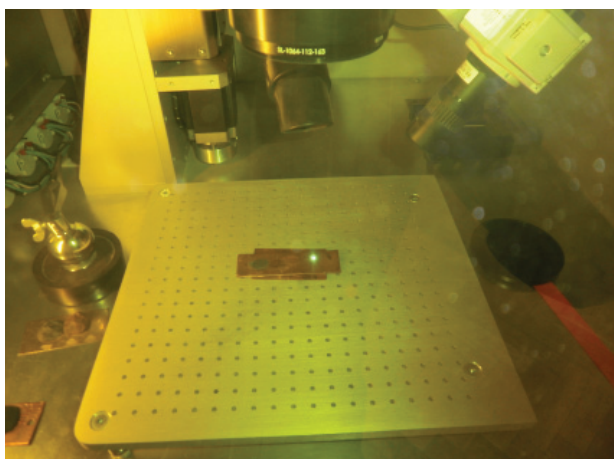
- 2) na wyrobie nie występuje odkształcenie plastyczne, w związku z tym nie jest potrzebna korekta tego odkształcenia;
- 3) cechy laserowe można umieszczać w miejscach niedostępnych dla tradycyjnego oznaczania znacznikiem probierczym.

Wymienione wyżej zalety decydują o tym, że cechy laserowe cieszą się coraz większym zainteresowaniem wytwórców i importerów biżuterii. O skali wykorzystania tej metody świadczą liczby: np. w 2007 r. w dwóch wydziałach podległych Okręgowemu Urzędowi Probierzemu w Krakowie przy użyciu urządzeń laserowych umieszczono 19 902 oznaczenia, a w 2013 r. już ponad 100 tys. W 2014 r. zakupiono kolejne dwa urządzenia, co przełożyło się w kolejnym roku na prawie trzykrotny wzrost liczby oznaczonych w ten sposób wyrobów (284 977 sztuk). W 2016 r., już przed końcem pierwszego kwartału liczba umieszczonych oznaczeń laserowych przekroczyła 100 tys. sztuk, co dowodzi, iż utrzymuje się tendencja wzrostowa wykorzystania tej metody do oznaczania wyrobów z metali szlachetnych. W 2015 r. liczba wyrobów oznaczonych przy użyciu lasera stanowiła ponad 11 % całkowitej liczby przedmiotów zgłoszonych do OUP w Krakowie. Informacje o zapotrzebowaniu na cechy laserowe w okręgu krakowskim ilustruje poniższa tabela.

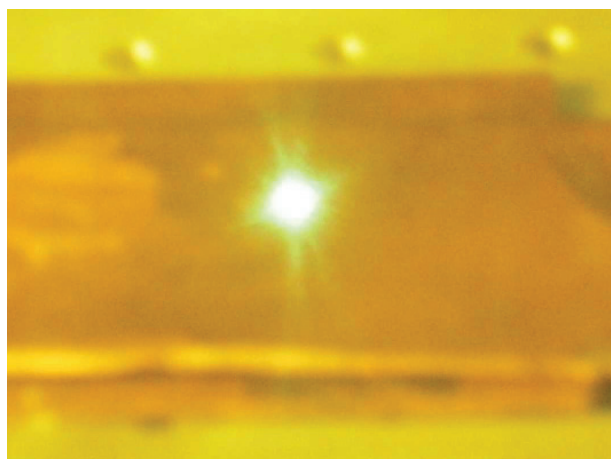
Na rysunkach 1 i 2 jest uchwycony widok pracy lasera (RMI GNW 20), wykonującego wizerunek tzw.

Tabela 1. Liczba wyrobów oznaczonych cechami probierczymi przy użyciu laserowego urządzenia w odniesieniu do całkowitej liczby wyrobów zgłoszonych do badania i oznaczania

Rok	Całkowita liczba zgłoszonych wyrobów	Wyroby oznaczone laserem (oceanowane)	% udziału	Inne oznaczenia laserowe	Suma oznaczeń laserem	Liczba laserów w okręgu
2007	4 234 433	19 902	0,47	0	19 902	2
2008	4 716 953	39 594	0,84	0	39 594	2
2009	3 891 739	45 678	1,18	0	45 678	2
2010	3 259 081	62 944	1,94	0	62 944	2
2011	2 218 536	102 242	4,61	0	102 242	2
2012	1 887 789	90 825	4,82	1 525	92 350	2
2013	1 884 080	113 400	6,02	3 709	117 109	2
2014	2 388 361	192 929	8,08	3 160	196 089	4
2015	2 570 618	282 987	11,01	1 990	284 977	4



Rys. 1. Laser podczas pracy



Rys. 2. Laser podczas pracy – zbliżenie

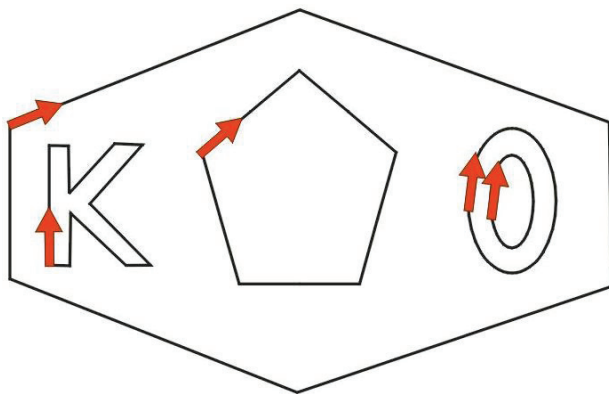
plastyczny (wypełnienie). Widoczne rozbłyski na powierzchni to plazma wywołana działaniem wiązki lasera.

Opis rodzajów oznaczeń – wizerunek liniowy i wizerunek plastyczny (wypukły)

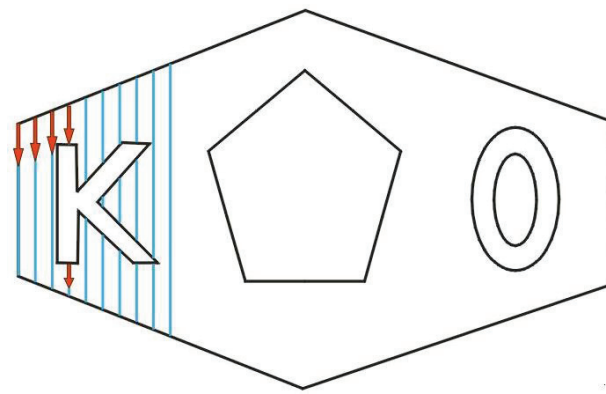
Cecha laserowa jest graficznym odzwierciedleniem cechy probierczej, dla której wzorem był wizerunek znajdujący się na znaczniku probierczym. Dzięki temu uzyskano dwa rodzaje cech: z wizerunkiem liniowym i wypukłym. Aby uzyskać wizerunek liniowy podczas oznaczania wyrobu, promień lasera jest prowadzony jedynie po obrysie danego wizerunku (rys. 3 i 5). W przypadku cechy pełnej (wizerunku wypukłego), promień lasera wypala tło i obrys, tj. negatyw, dzięki czemu wizerunek jest plastyczny.

Głębokość tła uzyskuje się przez wielokrotne przejście wiązki lasera, natomiast jakość tła przez odpowiednie odstępy pomiędzy liniami. Zastosowanie do projektowania wizerunku cechy, a następnie do sterowania parametrami lasera z komputera pozwala na uzyskanie cechy jak najbardziej zbliżonej do wizerunku plastycznego uzyskanego za pomocą znacznika probierczego (rys. 4 i 6). Oba rodzaje oznaczeń są czytelne i trwałe. Ocena, który z nich jest lepszej jakości, lub bardziej estetyczny, jest subiektywna. Znak liniowy zwykle będzie wyróżniał się mniej na wyrobie, zwłaszcza na wyblyszczonyj powierzchni.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono uproszczone schematy dróg, jakie pokonują promienie lasera w metodach: liniowej (rys. 3) oraz wypełnienia (wizerunek plastyczny) rys. 4.



Rys. 3. Schemat wykonywania wizerunku liniowego



Rys. 4. Schemat wykonywania wizerunku metodą wypełnienia (cecha pełna)



Rys. 5. Wizerunek cechy wykonanej metodą liniową



Rys. 6. Wizerunek cechy wykonanej metodą wypełnienia

Czerwone strzałki oznaczają początek przebiegu wiązki lasera, natomiast niebieskie linie na wizerunku plastycznym prezentują w uproszczeniu przebieg wiązki lasera, która wypala jedynie tło.

Dobór parametrów wiązki w zależności od rodzaju materiału

W przypadku umieszczania małych znaków graficznych, jakimi są np. cechy probiercze, największą rolę odgrywa dokładność i precyzja wiązki lasera, mniejszą zaś jej moc. Jest to spowodowane skupieniem energii promieniowania laserowego i wytworzeniem stosunkowo dużej ilości ciepła na bardzo małym obszarze o wielkości około (2×1,5) mm, lub jeszcze mniejszym. W wyniku działania wiązki lasera następuje wypalenie w tych miejscach metalu, czego efektem ubocznym jest tworzenie się w miejscu znakowania i wokół niego zanieczyszczeń w postaci nagaru (osadu). Można go usunąć przy użyciu

ultradźwiękowych myjek z zastosowaniem odpowiednio dobranych płynów czyszczących.

Ustawienie parametrów lasera, a w szczególności mocy wiązki, zależy od rodzaju metalu oraz składu stopu. W uproszczeniu, dwa główne parametry lasera: częstotliwość i szybkość ruchu wiązki można dobrać na stałe, a regulować tylko mocą lasera oraz liczbą przejść. W takim przypadku większej mocy należy użyć do stopu o większej czystości, np. złota próby 0,999 i zmniejszać ją wraz ze zmniejszającą się zawartością złota, aż do złota najniższej próby 0,333. Również dla wyrobów z białego złota należy użyć nieco mniejszej mocy, niż dla wyrobów ze stopu żółtego złota takiej samej próby.

W przypadku metody wypełnienia (plastycznej) oprócz mocy, częstotliwości i szybkości przebiegu promienia, duże znaczenie mają też dodatkowe parametry, czyli np. wartości opóźnień początku i końca przebiegu wiązki oraz gęstość i kierunek przebiegu linii. Oprócz próby metalu szlachetnego, wpływ na

jakość wizerunków mają pozostałe składniki zawarte w stopie. Powoduje to konieczność zaprojektowania dla każdego rodzaju stopu indywidualnych parametrów oznaczania.

W praktyce okazało się, że do oznaczania stopów srebra wymagana moc jest większa niż dla złota. Natomiast moc stosowana do oznaczania stopów platyny i palladu jest zbliżona do mocy używanej do srebra.

Właściwe wykonanie cechy plastycznej wymaga dużo bardziej precyzyjnego doboru parametrów lasera, w szczególności mocy wiązki, niż dla wizerunku liniowego. Różnica w mocy o około 10 % oznacza, że wizerunek może być za słaby albo zbyt mocny, czego efektem będzie „przepalenie” stopu. Ten dobór mocy jest szczególnie istotny w laserach lampowych starszego typu, w których wyraźnie widać różnice przebiegu narastania mocy przy wykonywaniu wizerunku plastycznego i liniowego. W przypadku oznaczania srebra, gdzie rozpiętość prób jest

mniej: od 0,800 Ag do 0,999 Ag, można się ograniczyć do mniejszej liczby wariantów ustawień.

Do oznaczania wyrobów o cienkich i bardzo cienkich ściankach należy używać mniejszej mocy lasera i raczej wybierać metodę liniową, gdzie wypala się jedynie obrys, co zmniejsza ryzyko uszkodzenia wyrobu (przepalenia).

Jakość i trwałość wizerunków

Na poniższych zdjęciach (rys. 7–10) przedstawiono przykładowo cechy umieszczone na stopie srebra próby 0,925 Ag, liniowe i plastyczne. Zarówno cechy liniowe, jak też plastyczne, w obu przypadkach są czytelne: przy obserwacji pod lupą, jak też pod mikroskopem. Rysunki 7 i 9 przedstawiają cechy po wypaleniu i lekkim oczyszczeniu z nagaru.

Rysunki 8 i 10 przedstawiają cechy po obróbce ścierającej wierzchnią warstwę materiału, która może



Rys. 7. Cecha liniowa po lekkim oczyszczeniu z nagaru



Rys. 8. Cecha liniowa po polerowaniu i usunięciu wierzchniej warstwy materiału



Rys. 9. Cecha plastyczna po lekkim oczyszczeniu z nagaru



Rys. 10. Cecha plastyczna po polerowaniu i usunięciu wierzchniej warstwy materiału

symulować proces ścierania się metalu podczas codziennego użytkowania wyrobów.

Jak widać na tych rysunkach, po polerowaniu cechy są w dalszym ciągu czytelne, a nawet ich jakość się polepszyła. Taki sam efekt dotyczy zarówno wizerunków liniowych (rys. 7 i 8), jak również wizerunków wykonywanych metodą wypełnienia (wypukłych) – rys. 9 oraz 10.

W przypadku kontynuacji ścierania powierzchni (np. długie użytkowanie wyrobu), w pewnym momencie musi nastąpić spadek czytelności oznaczenia, a ostatecznie cecha ulega „zatarciu”. Reasumując: trwałość oznaczeń wykonanych laserem, zarówno liniowych, jak też plastycznych, przy zastosowaniu odpowiednich parametrów wiązki, można uznać za wystarczającą, porównywalną do klasycznych cech umieszczonych znacznikiem probierczym.

Laser lampowy i laser światłowodowy (fibrowy)

Użytkując oba typy laserów można porównywać i oceniać ich właściwości i przydatność podczas codziennej pracy. Laser lampowy to laser starszego typu. Jego wadą są duże gabaryty, bardzo rozbudowany system chłodzenia wodą oraz konieczność częstej wymiany lampy – co kilkaset godzin pracy, co generuje znaczące koszty jego eksploatacji. W nowych laserach zastosowano najnowszą technologię światłowodową, dzięki czemu znacząco zmniejszyły się gabaryty urządzenia. Laser chłodzony jest powietrzem i nie wymaga osobnego układu chłodzącego. Zwiększył się komfort pracy, dzięki obniżeniu poziomu hałasu. Ponadto, źródło lasera – trwałość systemu laserowego – szacowana jest na 100 000 godzin. Jakość wizerunków cech uzyskiwanych na obydwu

urządzeniach jest podobna, jednak różnią się one czasem wykonywania oznaczenia pełnego. W przypadku lasera lampowego wynosi to około 20–30 sekund, natomiast na nowym urządzeniu podobne oznaczenie uzyskujemy w ciągu 1–2 sekund.

Wnioski

Od czasu wprowadzenia do pracy w urzędach probierczych laserów, jako dodatkowej metody oznaczania wyrobów ze stopów metali szlachetnych, w znaczącym stopniu wzrasta ich wykorzystanie, co obrazują prezentowane statystyki.

Metoda oznaczania wyrobów przy użyciu laserów stała się alternatywą dla tradycyjnej metody mechanicznej i stwarza możliwość umieszczania cech probierczych na wyrobach o skomplikowanych konstrukcjach, dętych, o małej masie, bez ich odkształceń i zniszczeń.

Umieszczanie cech probierczych przy użyciu laserów w znaczący sposób ograniczyło liczbę wystawianych świadectw badania, które honorowane są jedynie na terytorium RP, co ułatwia swobodny przepływ towarów w UE.

Za każde umieszczenie cechy probierczej z zastosowaniem tej metody oznaczania pobierana jest dodatkowa opłata w wysokości 1,20 zł za jedno oznaczenie, co ma znaczący wpływ na wysokość dochodów uzyskiwanych przez okręgowe urzędy probiercze.

Literatura

- [1] Instrukcja obsługi lasera HKR 7.
- [2] Instrukcja lasera RMI GNW 20.

Zastosowania wzorców z dziedziny fizykochemii

The application of measurement standards in the field of physical chemistry

Adam Żeberkiewicz (Gabinet Prezesa GUM)

W artykule omówione zostały zastosowania państwowych wzorców jednostek miar i wzorców odniesienia z dziedziny fizykochemii, utrzymywanych w Głównym Urzędzie Miar.

The article discusses the application of national measurement standards and reference standards in the field of physical chemistry, maintained in the Central Office of Measures.

Wstęp

Rozwój wiedzy chemicznej, fizycznej, nauk przyrodniczych i medycznych wiąże się z dążeniem do coraz większej dokładności w odtwarzaniu jednostek miar. Na szczycie piramidy spójności pomiarowej w Polsce, podobnie jak i w innych krajach, stoją państwowe wzorce jednostek miar, będące wzorcami o najwyższej dokładności odtwarzania jednostek miar. Każda jednostka jest przekazywana w dół, na niższe szczeble, do laboratoriów wzorcujących i badawczych, które z kolei wzorcują przyrządy np. dla przemysłu. W Głównym Urzędzie Miar utrzymywanych jest 18 państwowych wzorców jednostek miar, w tym temperatury, pH, a także prawie 40 wzorców odniesienia, w tym wzorzec wilgotności względnej. Zastosowania wymienionych tu wzorców zostały omówione w niniejszym artykule.

Temperatura

Państwowy wzorzec jednostki miary temperatury tworzy układ pomiarowy, składający się z kilkunastu elementów, z których najważniejsze to:

- komórki punktów stałych argonu (Ar), rtęci (Hg), wody (H_2O), galu (Ga), indu (In), cyny (Sn), cynku (Zn), glinu (Al), srebra (Ag), realizujące definicyjne punkty stałe;
- platynowe czujniki termometrów rezystancyjnych SPRT;
- mostki rezystancyjne;
- urządzenia termostatyzujące;

- rezystory wzorcowe.

Wzorzec jest przeznaczony do odtwarzania i przekazywania jednostki miary temperatury w zakresie od $-189,3442\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+961,78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatura jest jedną z najczęściej mierzonych wielkości fizycznych, wpływającą na wyniki pomiarów innych wielkości, np. długości, gęstości, lepkości, wilgotności, pH. Szacuje się, że ponad 50 % pomiarów wszystkich wielkości fizycznych stanowią pomiary temperatury.

– **Do utrzymywania państwowych wzorców różnych jednostek miar konieczna jest kontrola temperatury z taką precyzją, jaką zapewnić mogą tylko najdokładniejsze czujniki termometrów rezystancyjnych SPRT** – mówi Marek Kozicki, kierownik Laboratorium Temperatury i opiekun państwowego wzorca jednostki miary temperatury w GUM.

– **Czujniki SPRT mają dokładność rzędu kilku**



Stanowisko pomiarowe wzorca roboczego jednostki temperatury, realizujące metodę porównawczą w zakresie $(-80 \pm 550)\text{ }^{\circ}\text{C}$

milikelwinów. Platynowe czujniki rezystancyjne, termometry szklane, elektroniczne wykazują pomiary z dokładnością do dziesiątek milikelwinów. A to są tysięczne części stopni Celsjusza – wyjaśnia Marek Kozicki. – **Temperatura jest więc bardzo ważna przy pomiarze innych wielkości fizycznych, ale ma też wpływ na poprawność działania przyrządów elektronicznych – niektóre z nich trzeba włączać wcześniej, żeby się nagrzały i ustabilizowała się ich praca.**

Temperatura ma znaczenie podczas realizacji procesów produkcyjnych, a także monitorowania warunków środowiskowych w trakcie transportowania i przechowywania produktów, w szczególności farmaceutyków i żywności, wrażliwych na zbyt wysoką temperaturę czy wilgotność względną. Produkty takie powinny być transportowane w ściśle określonych warunkach z monitorowaniem temperatury i wilgotności względnej powietrza przy pomocy rejestratora temperatury oraz termohigrometru, tym bardziej że np. w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych mogą pojawiać się różnice temperatur, co wymusza wręcz potrzebę stałej kontroli tego wskaźnika.

Oczywiście pomiary temperatury są wykonywane w wielu innych branżach, np. w przemyśle chemicznym, ciężkim (lotnictwo, transport, hutnictwo, itp.), jak również w realizacji usług medycznych, kosmetycznych, restauracyjnych, transportowych. Przemysł precyzyjny, samochodowy, a także elektrotechniczny potrzebują bardzo dokładnych pomiarów, które mogą być przeprowadzane jedynie w laboratoriach wzorcujących. – **Przyrządy elektroniczne są szczególnie wrażliwe na temperaturę** – potwierdza kierownik Kozicki. – **Bardzo niskie i bardzo wysokie temperatury są dla nich wyjątkowo niekorzystne i mogą prowadzić do uszkodzenia układów scalonych. Ale też coraz więcej sprzętu elektronicznego jest produkowanego przy założeniu niezawodnego jego działania w ekstremalnych warunkach klimatycznych, na przykład na potrzeby wojska lub innych służb bądź branż, funkcjonujących w trudnych warunkach. Podobnie rzecz wygląda z produkcją samolotów. Liczy się wytrzymałość elementów konstrukcyjnych. Przecież samoloty muszą bez najdrobniejszej usterki pracować w krótkim czasie w krańcowo odmiennych temperaturach. Przykładowo start odbywa się przy temperaturze na ziemi +30 °C, a po kilkunastu minutach samolot znajduje się na wysokości, na której panuje –50 °C.**

Wilgotność względna

Wielkością podstawową w dziedzinie pomiarów wilgotności jest temperatura punktu rosy bądź szronu. Mówiąc w skrócie, jest to temperatura, do której należałoby schłodzić parę wodną, aby osiągnęła stan nasycenia. Natomiast wielkością pomiarową pośrednią jest wilgotność względna. Są to dwie najbardziej popularne wielkości pomiarowe stosowane w praktyce.

Wzorzec odniesienia wilgotności względnej, znajdujący się w Głównym Urzędzie Miar, tworzy komora klimatyczna z higrometrem punktu rosy i termometrem kwarcowym. Czym jest wilgotność względna? – **Najprościej mówiąc, jest to zawartość pary wodnej w powietrzu w stosunku do jej maksymalnej zawartości** – opisuje Rafał Jarosz, kierownik Laboratorium Wilgotności. – **Para wodna migruje we wszystko, co znajduje się w naszym otoczeniu, dociera też do struktur bardziej zwartych. Od zawartości pary wodnej w powietrzu zależą różnego rodzaju procesy technologiczne, a także hodowlane.**



Wzorzec odniesienia wilgotności względnej i temperatury powietrza
1 – pomiary temperatury, 2 – komora klimatyczna

Wilgotność ma znaczenie m.in.: w przemyśle farmaceutycznym, zbrojeniowym oraz lotniczym, a nawet kosmicznym. Najlepiej sprawdza się tutaj suche środowisko. – **Na każdym etapie produkcji poszczególne elementy muszą posiadać określone parametry, a jednym z warunków jest niewielka zawartość pary wodnej w powietrzu, rzędu kilku ppm** – mówi Rafał Jarosz. – **Ważnym obszarem zastosowania pomiarów wilgotności jest kontrola środowiska naturalnego. Podczas badania warunków lokalowych czy środowiskowych wykonuje się pomiary przeważnie trzech wielkości: temperatury powietrza, wilgotności względnej i ciśnienia atmosferycznego.**

Dlatego w sposób naturalny pomiary wilgotności kojarzymy z klimatem bądź meteorologią. Są to zarówno pomiary bieżące, jak i prognozowanie zjawisk atmosferycznych dzięki badaniom w wysokich partiach atmosfery. – **Z działu meteorologicznego pochodzi wiele przyrządów, które wzorcujemy w laboratorium, na przykład sondy pojemnościowe, psychrometryczne lub mierniki mikroklimatu. W ten sposób przekazujemy spójność pomiarową dalej, aby można było monitorować warunki środowiskowe w innych częściach kraju. Laboratoria badawcze bądź wzorcujące, posiadające komory klimatyczne, wykonują sprawdzenia przyrządów przed dopuszczeniem ich do użytkowania. Czynności te wykonywane są w celu sprawdzenia, czy przyrządy pracują właściwie w podanych zakresach pomiarowych. Wiele laboratoriów wykorzystuje też przyrządy, które są badane i wzorcowane w GUM.**

Jak wspomniane zostało wyżej, temperatura wpływa na pomiary większości wielkości fizycznych. Jak jest w przypadku wilgotności? – **Szczególne znaczenie ma ona dla wyników pomiarów długości i wielkości elektrycznych. Wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z zaawansowaną elektroniką. Gdy jest zbyt wilgotno lub sucho, elektronika może zawieść.**

Wilgotność mierzy się w procesach produkcyjnych i podczas przechowywania produktów spożywczych. – **Ma ona istotne znaczenie choćby przy produkcji pieczarek. Polska jest jednym z największych producentów tych grzybów w Europie. Jeśli wilgotność jest utrzymywana na poziomie (90–95) %, wówczas piezarki mają komfortowe warunki do rozwoju – mówi kierownik Rafał Jarosz. – Woda migruje we wszystko, co nas otacza, w pierwszym etapie powierzchniowo a następnie objętościowo, dlatego wilgotność odgrywa dużą rolę w naszym codziennym życiu.**

pH

Stanowisko pomiarowe wzorca państwowego jednostki miary pH jest układem, który składa się z termostatyzowanych ogniw wodorowo-chlorosrebrowych bez przenoszenia jonów, zestawu przyrządów do pomiaru siły elektromotorycznej, temperatury i ciśnienia oraz naboru danych i obróbki wyników pomiarów. Taką metodą wykonywane są pomiary na najwyższym poziomie dokładności. Pomiary ru-



Państwowy wzorzec jednostki miary pH

tynowe pH wykonywane są za pomocą ogniwa pomiarowego z elektrodą pehametryczną oraz pehametru.

Pomiary pH są prawdopodobnie najczęściej wykonywanym oznaczeniem w laboratoriach chemicznych i fizykochemicznych. – **Wielkość pH charakteryzuje kwasowość środowiska. Rutynowe pomiary pH dokonywane są przeważnie w środowiskach wodnych. Stosowane są w ochronie środowiska (np. do monitorowania jakości wody pitnej, oceny czystości rzek, jezior i jakości odprowadzanych ścieków). Jeśli zakład przemysłowy usuwa ścieki, których parametry będą przekraczały dozwolone normami wartości, może za to ponieść karę przewidzianą w przepisach prawa – wyjaśnia Władysław Kozłowski, kierownik Laboratorium Elektrochemii GUM. – W przemyśle (np. chemicznym, spożywczym, farmaceutycznym) pomiary pH są stosowane zarówno do kontroli procesów technologicznych, jak i jakości produktów. Pomiary te wykonywane są m.in. przy produkcji wyrobów mięsnych, wyrobów z mleka: np. masła, serów, jogurtów.**

Wspomnijmy również o wpływie pH środowiska na szybkość procesów korozyjnych – im roztwór jest bardziej kwaśny, tym szybkość korozji jest większa – kontynuuje kierownik Kozłowski.

Również postępująca industrializacja i stosowanie środków chemicznych w rolnictwie skutkuje koniecznością systematycznej i rzetelnej kontroli zanieczyszczenia środowiska. Skażeniem zagrożone są zbiorniki wodne, rośliny, zwierzęta, a przede wszystkim ludzie, czerpiący ze środowiska wodę pitną i pożywienie. Aktualnie badania zawartości związków chemicznych (m.in. pestycydów) i metali ciężkich (np. rtęci, kadmu, niklu, ołowiu i innych) stanowią duże wyzwanie. Laboratoria wykonujące pobieranie próbek i badania w tej dziedzinie potrzebują m.in.

certyfikowanych materiałów odniesienia, nie zawsze łatwo dostępnych. Pewne problemy w miarodajnej analizie chemicznej może sprawić niejednorodność próbek, a niekiedy występujące w nich niskie stężenia zanieczyszczeń.

– Określa się również pH gleb, na których prowadzona jest na przykład uprawa zbóż i innych roślin. Niektóre z nich lepiej rosną na glebach kwaśnych, inne na zasadowych. Wiedza o tym, jaki jest odczyn gleby, powinna pomóc wybrać odpowiednie rośliny, które będą się na tej glebie rozwijać, żeby dawały większe plony. Oczywiście można też podjąć działania w kierunku zmiany odczynu gleby.

W laboratoriach medycznych wykonywane są pomiary pH cieczy fizjologicznych (np. krwi, uryny, soku żołądkowego). – **Jest to pomocne przy określaniu stanu zdrowia człowieka, a bywa tak, że zmiany pH wywołane stanami chorobowymi mogą być niewielkie, zatem potrzebna jest duża dokładność pomiaru tej wielkości** – informuje Władysław Kozłowski. – **Wiadomo na przykład, że pH krwi (krew tętnicza) zdrowego człowieka wynosi od 7,35 do 7,45. Jeśli wskaźnik pH jest poniżej 7,35, może świadczyć to o chorobie zwanej kwasicą, powyżej 7,45 mamy natomiast do czynienia z tzw. zasadowicą. Jeżeli wynik pomiaru byłby błędny, mogłoby to spowodować błędną decyzję lekarza. Zapewnienie spójności pomiarów pH pozwala m.in. na zwiększenie porównywalności wyników i uniknięcie błędów. Wzorce pH, czyli materiały odniesienia, za pomocą których wzorcujemy układy pomiarowe, zapewniając spójność pomiarową, są roztworami, które mają własności buforujące. Oznacza to, że roztwory te są odporne na zmiany wskutek czynników zewnętrznych. Jeśli np. do takiego roztworu doda się kwasu albo zasady, to jego wartość pH nie powinna się znacząco zmienić. Właściwości buforujące ma także krew, regulując gospodarkę zasadowo-kwasową organizmu. Jednak niektóre czynniki, takie jak np. niewłaściwa dieta, mogą być przyczyną zaburzeń tej gospodarki.**

W temperaturze 25 °C wartości pH roztworów wodnych są zawarte w granicach od 0 do 14. I w tej temperaturze wartość pH równa 7 jest wartością roztworu obojętnego. Roztwory o wartościach pH bliskich tej wartości nie stwarzają zagrożenia dla ludzi. Ale gdy np. myjemy się używając mydła, które ma odczyn zasadowy pH powyżej 7, to usuwamy naturalną warstwę ochronną skóry (pH ok. 5.5), co sprzyja rozwojowi różnych bakterii. Dlatego też zaleca się mycie środkami o odczynie lekko kwaśnym.

Podsumowanie

Powyższy przegląd zastosowań pomiarów z użyciem wzorców z dziedziny fizykochemii pozwala wysnuć wnioski, że wszystkie te pomiary w szerszej perspektywie służą bezpieczeństwu i zdrowiu człowieka oraz ochronie środowiska naturalnego. Stały monitoring warunków środowiskowych oraz procesów produkcyjnych we wszystkich wpływających na egzystencję człowieka sferach życia, wymaga coraz skuteczniejszych środków, w tym coraz precyzyjniejszych przyrządów pomiarowych, wzorcowanych w akredytowanych laboratoriach. To nieustające wyzwanie, przed jakim stoi metrologia.

Literatura

- [1] *Polska administracja miar. Vademecum*, pr. zb., Warszawa, GUM 2015.
- [2] Herod B., *Metrologia w służbie logistyki*. Automatyka. pl, 20.05.2016
- [3] Szewczyk H., *Chemiczne materiały odniesienia*, V Kongres Metrologii, Łódź 2010.
- [4] *Matrix reference materials for environmental analysis*. EMPIR Call 2014 – Industry and Research Potential.

Dziękuję za pomoc w przygotowaniu artykułu kierownikom Laboratoriów GUM: Temperatury, Wilgotności i Elektrochemii.

KALENDARIUM NADCHODZĄCYCH WYDARZEŃ 2016

Wrzesień	
26–27	Larnaka, Cypr – 18. Posiedzenie Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO) i 79. Posiedzenie Stałego Komitetu Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych. W posiedzeniu wezmą udział przedstawiciele okręgowych urzędów probierczych w Warszawie i Krakowie.
Październik	
5–7	Charków – X Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Metrologia i Techniki Pomiarowe”.
12	Warszawa, GUM – Seminarium w GUM „Nowy system regulacji wilgotności względnej w komorach klimatycznych – wzorzec odniesienia RH”.
17–21	Strasburg – 15. Międzynarodowa Konferencja Metrologii Prawnej i 51. spotkanie CIML (Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej).
24–25	Sèvres – Spotkanie szefów NMIs (krajowych instytutów metrologicznych).
25–26	Warszawa, GUM – Spotkanie grupy roboczej WG7 (Oprogramowanie przyrządów pomiarowych).
26–28	Paryż – 105. posiedzenie CIPM (Międzynarodowego Komitetu Miar).

Biuletyn Głównego Urzędu Miar „Metrologia i Probiernictwo” jest wydawany, w obecnej formule, od czerwca 2013 r. Kwartalnik pokazuje w możliwie obszerny sposób działalność polskiej administracji miar, jak również administracji probierczej. Dzięki temu czytelnicy mają okazję poznać dorobek laboratoriów dokonujących pomiarów, a także dowiedzieć się więcej o zadaniach realizowanych przez terenową administrację miar. W Biuletynie prezentowane są zagadnienia związane z techniką i pomiarami, prawną kontrolą metrologiczną czy współpracą w zakresie międzynarodowych programów naukowo-badawczych. Swoje miejsce w publikacji znajduje również przegląd najważniejszych wydarzeń w świecie metrologii.

Staramy się być blisko wszystkiego, co ważne w metrologii. Przekazujemy treści interesujące zarówno dla profesjonalistów, jak też i dla osób nie zajmujących się metrologią. Stąd też w Biuletynie pojawiają się artykuły na temat aktualnych zagadnień technicznych w metrologii, omówienia aktów prawnych, ale także wywiady i artykuły popularyzatorsko-historyczne. Artykuły zostały poprzedzone krótkimi opisami zawartości w języku angielskim.

Łamy pisma są otwarte dla wszystkich, którzy chcieliby poruszyć ciekawy temat metrologiczny czy podzielić się wiedzą z jakiejś konkretnej specjalizacji. Zachęcamy Państwa do współredagowania pisma i przysyłania swoich propozycji. Dla autorów przewidujemy wynagrodzenie. Zapraszamy do kontaktu z redakcją: biuletyn@gum.gov.pl.

In the current shape the bulletin of the Central Office of Measures “Metrology and Hallmarking” has been issued since June 2013. The “Metrology and Hallmarking” quarterly presents as broadly as possible the activity of the Polish administration of measures and hallmarking administration as well. Thanks to this fact the readers have the opportunity to familiarize themselves with the output of the laboratories dealing with measurements and learn more about tasks fulfilled by the local administration of measures. In the bulletin there are presented issues connected with technology, measurements, legal metrological control and cooperation in the field of the international research and development programs as well. In the publication there is also place for review of the important events in the world of metrology.

We try to be close to everything what is important for metrology. We transfer contents interesting for both professionals and persons who deal not with metrology. Hence in the bulletin there appear papers on current technology issues in metrology, legislation reviews, interviews and contributions with promoting and historical contents. The contributions are introduced by abstracts in English.

The bulletin is open for everybody who wants to rise an interesting metrology issue or to share with the knowledge in some specific area. We would like to encourage you to participate in the edition of the bulletin and to send us your proposals. As foreseen, the authors of contributions will be paid. We would like to invite you to make contact with the redaction: biuletyn@gum.gov.pl.

Główny Urząd Miar 2016

