


PROBIERNICTWO	<p>Odcinkowy pomiar prędkości str. 54</p>	<p>Redefinicja – wywiad z opiekunem wzorca 1 kg str. 70</p>
		
PRAWO	<p>Spójność pomiarowa w chromatografii gazowej str. 22</p>	<p>Metrologia dla meteorologii str. 34</p>
		METROLOGIA

W numerze:

Słowo wstępne

WYDARZENIA 5-13

TECHNIKA I POMIARY 14-33

- ♦ Od krzywej błędu do menzurandu
- ♦ Problemy zachowania spójności pomiarowej w chromatografii gazowej
- ♦ Udoskonalenie metody wzorcowania mierników pola EM o pomiar tzw. strefy stabilnego wskazania
- ♦ Udział Laboratorium Kąta w projekcie EMRP SIB 58 Angles

WSPÓŁPRACA 34-48

- ♦ Projekt EMRP JRP ENV07 Metrologia dla meteorologii zakończony
- ♦ Współpraca międzynarodowa w dziedzinie badania i cechowania artykułów z metali szlachetnych
- ♦ Udział Głównego Urzędu Miar w Międzynarodowym Programie Metrologii Chemicznej realizowanym przez BIPM

PRAWNA KONTROLA METROLOGICZNA 49-58

- ♦ Kontrola butelek miarowych
- ♦ Odcinkowy pomiar prędkości

TERMINOLOGIA 59-65

- ♦ Wielkości i... metrologia

PROBIERNICTWO 66-69

- ♦ Zasady wprowadzania na polski rynek wyrobów z metali szlachetnych za pośrednictwem Internetu

CZY WIESZ, ŻE... 70-79

In this issue:

Foreword

EVENTS 5-13

TECHNOLOGY AND MEASUREMENTS 14-33

- ♦ From the error curve to the measurand
- ♦ Problem of metrological traceability in the chromatographic techniques
- ♦ The improvement of the calibration method of EM field meters for the measurement of the so-called stable indication zone
- ♦ Participation of Angle Laboratory in the project SIB 58 Angles

COOPERATION 34-48

- ♦ The EMRP Project JRP ENV07 Metrology for Meteorology – finished
- ♦ International cooperation in the field of assaying and hall-marking of the products made of precious metals
- ♦ GUM's contribution to the International Metrology in Chemistry Programme at the BIPM

LEGAL METROLOGICAL CONTROL 49-58

- ♦ Control of measuring container bottles
- ♦ Segmental speed measurement

TERMINOLOGY 59-65

- ♦ Quantities and... metrology

HALLMARK 66-69

- ♦ On rules of introducing of the precious metal products on the Polish market through the Internet

DO YOU KNOW... 70-79

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.

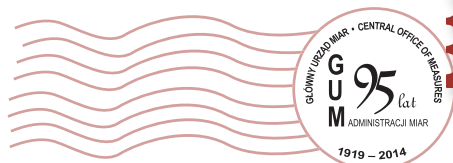
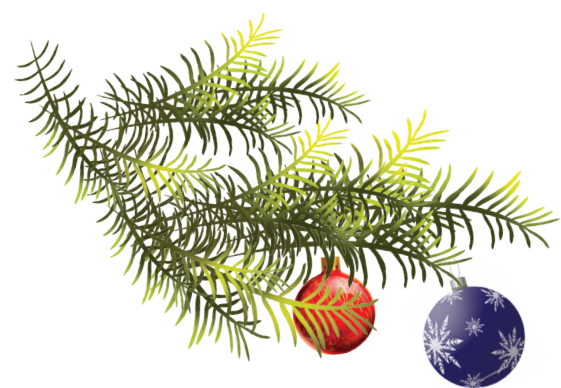
Staramy się być blisko wszystkiego, co ważne w metrologii. Przekazujemy treści interesujące zarówno dla profesjonalistów, jak też i dla osób nie zajmujących się metrologią. Stąd też w Biuletynie pojawiają się artykuły na temat aktualnych zagadnień technicznych w metrologii, omówienia aktów prawnych, 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.



Drodzy Czytelnicy!

Oddajemy w Wasze ręce ostatni numer biuletynu w tym roku. To rok wyjątkowy, z uwagi na upływającą 95 rocznicę utworzenia Głównego Urzędu Miar. Przed nami także rok obfitujący w ważne dla polskiej administracji miar rocznice. Warto przypomnieć te jubileusze:

- **140 rocznica** podpisania Konwencji Metrycznej,
- **90 rocznica** przystąpienia Polski do Konwencji Metrycznej,
- **60 rocznica** utworzenia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (**OIML**),
- **55 rocznica** przyjęcia Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (**SI**).

Powyższe daty potwierdzają długą i bogatą historię oddziaływania pomiarów na nasze życie. Opublikowane w tym numerze artykuły także pokazują różne aspekty zastosowania pomiarów. Szczególnie zachęcam do zapoznania się z artykułem dotyczącym spójności pomiarowej w chromatografii gazowej (str. 22), napisanym przy współpracy p. prof. Ewy Bulskiej z Uniwersytetu Warszawskiego. Chciałbym zwrócić Państwa uwagę także na artykuł opisujący zakończony projekt EMRP, dotyczący pomiarów parametrów klimatu, w którym obok naukowców z Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, pod kierunkiem p. prof.

Dear Readers!

We are putting in your hands the last edition of our Bulletin in 2014. This year marks 95 years since the founding of the Central Office of Measures (GUM). The new year 2015 is also full of anniversaries that are important for the Polish administration of measures. The following celebrations are worth mentioning:

- **140th** anniversary of the Meter Convention signing,
- **90th** anniversary of the Poland's accession to the Meter Convention,
- **60th** anniversary of foundation of the International Organisation of the Legal Metrology,
- **55th** anniversary of the SI (The International System of Units).

The above mentioned dates confirm a long-lasting and rich history of the influence of measurements on our daily life. Furthermore, the articles published in this edition show the different aspects of measurements' applications. Particularly, I would like to encourage you to read the article related to the traceability of measurements in gas chromatography (p. 22) written in collaboration with Mrs prof. Ewa Bulska from University of Warsaw. In the same way I would like to recommend you to read the article regarding the finished EMRP project on the measurement traceability of climate

Anny Szmyrki-Grzebyk, uczestniczyli eksperci z GUM (str. 34).

Rozpoczynamy też publikację cyklu wywiadów z opiekunami wzorców państwowych w GUM, odpowiedzialnych za najważniejsze w Polsce wzorce pomiarowe. Jako pierwszy przedstawiamy wywiad z opiekunem państwowego wzorca kilograma (str. 70).

Zbliża się koniec roku, chciałbym więc Państwu złożyć najlepsze życzenia świąteczne i noworoczne, a przy tej okazji zwrócić uwagę na problemy jakie mogą pojawić się przy nabywaniu wyrobów z metali szlachetnych w Internecie (str. 66).

Z życzeniami ciekawej lektury,

*Karol Markiewicz
redaktor naczelny*

parameters. In the framework of this project the scientists from the Institute of Low Temperature and Structure Research (Polish Academy of Sciences) under direction of Mrs prof. Anna Szmyrka-Grzebyk worked together with the GUM's metrologists. (p. 35).

We also commence to publish series of interviews with the keepers of the GUM's national standards who are responsible for maintaining of the most important etalons in Poland. At first we present the interview with the keeper of 1 kilogram.

The end of the year 2014 is approaching and I would like to wish you a Merry Christmas and a Happy New Year. On that occasion I would like to focus your attention on possible problems you can face by on-line purchasing of the products made of precious metals (p. 66).

Wishing you to have interesting reading,

*Karol Markiewicz
chief editor*



- 13-16.09 → **XIX MIĘDZYNARODOWE SEMINARIUM METROLOGÓW MSM'2014
I XLVI MIĘDZYUCZELNIANA KONFERENCJA METROLOGÓW MKM'2014, GDAŃSK – SZTOKHOLM**
W spotkaniach naukowców uczestniczyli przedstawiciele Głównego Urzędu Miar – pracownicy Zakładu Mechaniki, panowie Adam Urbanowicz i Mikołaj Woźniak.
- 15-18.09 → **MIĘDZYNARODOWE WARSZTATY „METROLOGIA W METEOROLOGII” MMC 2014**
Warsztaty, które odbyły się w Brdo w Słowenii, stanowiły okazję do zaprezentowania rezultatów projektu JRP ENV07 o akronimie MeteoMet Metrology for pressure, temperature, humidity and airspeed in the atmosphere, realizowanego w ramach Europejskiego Programu Badawczo-Rozwojowego w dziedzinie Metrologii (EMRP). Projekt, który formalnie zakończył się 30 września br., spotkał się z dużym zainteresowaniem społeczności meteorologów i przyczynił się do zwiększenia wiedzy oraz wzajemnego rozumienia tych dwóch obszarów – metrologii i meteorologii. W trakcie warsztatów dyskutowano m.in. o współpracy, mającej na celu poprawę wiarygodności danych. W trakcie warsztatów odbyło się także szkolenie dla meteorologów, poświęcone problemowi spójności pomiarowej w obserwacjach pogody. W warsztatach GUM reprezentowali uczestnicy projektu MeteoMet: pani Elżbieta Grudniewicz i pan Krzysztof Falkiewicz z Zakładu Fizykochemii. Przedstawili oni prace, zawierające rezultaty wykonanych zadań w projekcie MeteoMet, który szerzej przedstawiamy na str. 34.
- 17-18.09 → **ĆWICZENIA I WARSZTATY Z ZASAD PODNOSZENIA ŚWIADOMOŚCI – KOMUNIKACJA I PR W METROLOGII**
W Brunshwiku, z inicjatywy EURAMET i niemieckiego PTB spotkali się przedstawiciele NMI's (Krajowych Instytucji Metrologicznych), zajmujący się komunikacją i public relations. Podczas spotkania prezentowano różne metody podnoszenia świadomości społecznej w obszarze metrologii. Tematyka spotkania objęła m.in. prezentację wiedzy w zakresie sposobów skutecznego propagowania informacji i aktywnej komunikacji z interesariuszami urzędu. GUM był reprezentowany w Niemczech przez p. Adama Żeberkiewicza z Gabinetu Prezesa. Relacja z warsztatów na str. 9.
- 22-23.09 → **75. POSIEDZENIE STAŁEGO KOMITETU KONWENCJI O KONTROLI I CECHOWANIU WYROBÓW Z METALI SZLACHETNYCH ORAZ 14. POSIEDZENIE MIĘDZYNARODOWEGO STOWARZYSZENIA URZĘDÓW PROBIERCZYCH IAAO**
Posiedzenie Konwencji zdominowała dyskusja na temat planowanej nowelizacji Konwencji i dostosowywania jej do zmieniających się technologii wytwarzania wyrobów z metali szlachetnych oraz wymagań rynkowych. Na posiedzeniu członków IAAO szczegółowo omawiano wyniki ostatniej tury programu badawczego Round Robin. Dyskutowano także na temat postępu prac prowadzonych w europejskich organizacjach normalizacyjnych, dotyczących badania metali szlachetnych. W obu posiedzeniach wzięli udział dyrektorzy okręgowych urzędów probierczych w Warszawie i w Krakowie.
- 23.09 → **WARSZTATY „EUROPEJSKIE PROGRAMY METROLOGICZNE: EMRP I EMPIR – SZANSE DLA POLSKIEJ METROLOGII”**
Podczas zorganizowanych w Krakowie warsztatów omówiono rezultaty dotychczasowego uczestnictwa Polski w EMRP oraz przekazano aktualne informacje o możliwości i zasadach udziału w nowym programie EMPIR – Europejskim Programie na rzecz Innowacji i Badań w dziedzinie Metrologii. Więcej na ten temat, a także o zawarciu umowy o współpracy pomiędzy GUM a Politechniką Krakowską, na str. 11.
- 24-25.09 → **2. POSIEDZENIE KOMITETU TECHNICZNEGO OIML TC/SC7 „BREATH ANALYZERS” („ANALIZATORY WYDECHU”)**
W zorganizowanym w Paryżu spotkaniu wzięło udział 36 osób reprezentujących 17 państw członkowskich. Przedstawicielem GUM była dr Jolanta Wasilewska, kierownik Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej.
- 25-26.09 → **SPOTKANIE PRZEDSTAWICIELI OKRĘGOWEJ ADMINISTRACJI MIAR ORAZ INSPEKCJI HANDLOWEJ Z MAŁOPOLSKI I PODKARPACIA**
W Myczkowcach, z inicjatywy Dyrektora Okręgowego Urzędu Miar w Krakowie p. Jerzego Poznańskiego oraz Wojewódzkich Inspektorów Inspekcji Handlowej – Małopolskiego i Podkarpackiego – pp. Marka Jasińskiego i Zdzisława Sznajdera, odbyło się spotkanie poświęcone współpracy w zakresie kontroli wag nieautomatycznych. Współdziałanie obu urzędów obejmuje wsparcie działań kontrolnych Inspekcji Handlowej i Prezesa UOKiK przez prowadzenie nieodpłatnych badań laboratoryjnych wag nieautomatycznych, pobranych w ramach kontroli, prowadzonych przez Inspekcję Handlową i skierowanych do wskazanych przez Prezesa GUM akredytowanych laboratoriów administracji miar. Pracownicy terenowej służby miar przeprowadzili również szkolenie dla przedstawicieli Inspekcji Handlowej. Omówiono zarówno teoretyczne aspekty prawnej kontroli metrologicznej, jak i praktyczne zastosowanie wiedzy na temat rodzajów cech legalizacji i umiejętności rozpoznawania ważności legalizacji.
- 8-10.10 → **V KONFERENCJA OŚWIETLENIOWA KRAJÓW GRUPY WYSZEHRADZKIEJ LUMEN V4**
Celem konferencji była prezentacja dorobku naukowego i osiągnięć technicznych specjalistów w zakresie teorii i praktyki oświetlenia. Oprócz uczestników przedstawiających prace naukowo-badawcze, na konferencji prezentowali się też wytwórcy aparatury pomiarowej, źródeł światła, wyposażenia laboratoriów oraz zajmujących się pomiarami promieniowania optycznego. Szczególny nacisk położono na wykorzystanie źródeł LED-owych. Konferencję zorganizowano w Wyszehradzie, a udział w niej wzięł p. Grzegorz Szajna, kierownik Laboratorium Fotometrii i Radiometrii Zakładu Elektrycznego. VI Konferencja oświetleniowa odbędzie się we wrześniu 2016 r. w Karpaczu.

- 14-16.10 → **POLSKO-CZESKIE WIZYTY W LABORATORIACH**
W ramach projektu EURAMET nr 1109 „Peer-review of QMSs” w dziedzinie ciśnienia Laboratorium Siły i Ciśnienia Zakładu Mechaniki audytował 14 i 15 października p. Jiří Tesař z Czeskiego Instytutu Metrologicznego (ČMI). Natomiast 15 i 16 października pracownik Laboratorium Siły i Ciśnienia – p. Mikołaj Woźniak odbył wizytę peer-review w dziedzinie siły w laboratorium należącym do ČMI.
- 15.10 → **SEMINARIUM W GUM**
Referat pt. „Wykorzystanie przetwornika analogowo-cyfrowego do automatyzacji pomiarów metodą porównawczą” wygłosił p. Zbigniew Siejda z Zakładu Promieniowania i Drgań.
- 25/26.10 → **CZAS ZIMOWY**
Odwołanie czasu letniego środkowoeuropejskiego i przejście na czas zimowy.
- 2-7.11 → **49. POSIEDZENIE CIML**
W Auckland (Nowa Zelandia), z udziałem p. Doroty Habich – Wiceprezes GUM ds. Metrologii Prawnej oraz p. Mirosława Izdebskiego – Dyrektora Biura Metrologii Prawnej odbyło się kolejne posiedzenie Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej.
- 18-19.11 → **KOLEJNY ETAP SEMINARIUM SZKOLENIOWEGO PROFICIENCY TESTING IN CHEMISTRY**
Pracownicy Okręgowych Urzędów Probierczych w Warszawie i w Krakowie wzięli udział w kolejnym etapie seminarium szkoleniowego Proficiency Testing in Chemistry („Badania biegłości w chemii”), zorganizowanym przez Instytut Metrologii Bośni i Hercegowiny w Sarajewie. Udział w tego rodzaju szkoleniach, którym towarzyszą warsztaty, umożliwia pracownikom OUP pogłębianie praktyki i wymianę doświadczeń w dziedzinie badań wyrobów z metali szlachetnych oraz uczestnictwo w kolejnym, międzynarodowym programie badawczym.
- 18-20.11 → **25. GENERALNA KONFERENCJA MIAR (CGPM)**
Z udziałem Prezes GUM, p. Janiny Marii Popowskiej, w Wersalu pod Paryżem odbyła się 25. Generalna Konferencja Miar. Więcej na ten temat przeczytasz na str. 13.
- 24-25.11 → **WIZYTA STUDYJNA PRZEDSTAWICIELI KRAJOWEGO INSTYTUTU METROLOGII REPUBLIKI MOŁDAWII**
Na zaproszenie Prezes GUM p. Janiny Marii Popowskiej w dniach 24-25 listopada Główny Urząd Miar odwiedzieli przedstawiciele Krajowego Instytutu Metrologii Republiki Mołdawii. Więcej o wizycie na str. 7 oraz stronie internetowej www.gum.gov.pl.
- 3-4.12 → **WARSZTATY PLANOWANIA STRATEGICZNEGO**
W Belgradzie odbyły się warsztaty dotyczące planowania strategicznego, zorganizowane przez EURAMET. W trakcie spotkania omówiono systemy zarządzania strategicznego, stosowane w różnych krajach/NMI, zrzeszonych w EURAMET. Zaprezentowano także kilka sposobów postępowania przy tworzeniu planów strategicznych, zapewniających instytucjom metrologicznym możliwość samodoskonalenia się, w tym m.in. efektywny rozwój obecnie realizowanych lub implementację nowych usług i czynności metrologicznych, zgodnie z zapotrzebowaniem odbiorcy zewnętrznego. W warsztatach wzięła udział p. Patrycja Ruśkowska z Gabinetu Prezesa GUM.
- 8-12.12 → **WIZYTA STUDYJNA PRZEDSTAWICIELI BIURA METROLOGII Z MACEDONII**
W ramach programu TAIEX (platforma doradczo-informacyjna dla krajów ubiegających się o przyjęcie do Unii Europejskiej) w Laboratorium Masy GUM odbyła się wizyta studyjna przedstawicieli macedońskiego Biura Metrologii. W ramach wizyty zorganizowano m.in. zajęcia warsztatowe na terenie OUM w Gdańsku.
- 17.12 → **SEMINARIUM W GUM**
W ramach ostatniego tegorocznego seminarium referat pt. „Pomiary mocy wielkiej częstotliwości” przedstawił p. Łukasz Usydus z Zakładu Elektrycznego.

Wizyta w GUM przedstawicieli Krajowego Instytutu Metrologii Republiki Mołdawii

Mariusz Pindel (Gabinet Prezesa, GUM)

Od 24 do 25 listopada 2014 r., na zaproszenie Prezes GUM p. Janiny Marii Popowskiej, Główny Urząd Miar odwiedzili przedstawiciele Krajowego Instytutu Metrologii Republiki Mołdawii z siedzibą w Kiszyniowie. Wizyta to rezultat coraz lepszych kontaktów i nawiązania współpracy metrologicznej podczas IV posiedzenia Mołdawsko-Polskiej Komisji ds. Współpracy Gospodarczej, które odbyło się w lutym tego roku w Ministerstwie Finansów.

W pierwszym dniu wizyty przedstawiciele mołdawskiego NMI: p. Teodor Birsa, Dyrektor Departamentu Metrologii Prawnej i p. Alexandra Crudu, manager ds. jakości, odbyli spotkanie z kierownictwem Głównego Urzędu Miar: p. Prezes Janiną Popowską,



foto. arch. GUM

Wiceprezes GUM ds. Metrologii Prawnej p. Dorotą Habich, Dyrektorem Generalnym, p. Robertem Ziółkowskim oraz dyrektorami biur i zakładów GUM. Następnie, w ramach prezentacji systemu administracji miar w Polsce, gości zapoznano z generalną charakterystyką prawnej kontroli metrologicznej oraz organizacją systemu zarządzania jakością w GUM. Szczególnie wskazywano na różnice pomiędzy funkcjonowaniem obu instytucji. Dyskutowano również o możliwościach dwustronnej współpracy.

Drugi dzień pobytu delegacji wypełniły wizyty w zakładach metrologicznych GUM, gdzie gościom zademonstrowano możliwości laboratoriów:

1) Zakładu Elektrycznego:



foto. arch. GUM

- Czasu i Częstotliwości,
 - Wzorców Wielkości Elektrycznych,
 - Wielkości Elektrycznych Małej Częstotliwości,
 - Mikrofalowego, Pola Elektromagnetycznego i Kompatybilności Elektromagnetycznej.
- 2) Zakładu Fizykochemii:
- Gazowych Materiałów Odniesienia,
 - Temperatury,
 - Wilgotności.
- 3) Zakładu Długości i Kąta:
- Długości,
 - Kąta,
 - Pomiarów Przemysłowych.
- 4) Zakładu Promieniowania i Drgań:
- Akustyki i Drgań.

Na koniec wizyty przedyskutowano możliwości ewentualnej współpracy w dziedzinie porównań i wzorcowań. Goście uzyskali wskazówki, które mogą okazać się przydatne podczas tworzenia w instytucie w Kiszyniowie wzorca ciśnienia akustycznego. Podsumowując pobyt w Polsce, przewodniczący delegacji mołdawskiej p. T. Birsa podkreślił, że istniejący od 2012 r. Krajowy Instytut Metrologii Republiki Mołdawii poszukuje wzorów i rozwiązań, a także wsparcia naukowo-technicznego w rozwoju działalności metrologicznej. Gość wysoko ocenił prezentacje oraz poziom pokazów podczas wizyt w laboratoriach GUM, wyrażając jednocześnie nadzieję na dalszą dobrą współpracę obu instytucji.

Visit of representatives of the National Metrology Institute of the Republic of Moldova in the Central Office of Measures

From 24th until 25th November 2014, on the invitation of the President of the Central Office of Measures the GUM hosted a visit of the representatives of the National Metrology Institute of the Republic of Moldova from Kishinev. The visit is the result of the improving relations and the metrological cooperation which has been launched during the 4th Meeting of the Moldavian-Polish Commission on Economic Cooperation in February 2014.

During the first day of the visit the representatives of the Moldavian NMI: Mr. Teodor Birsa, Director of the Legal Metrology Department and Ms. Alexandra Crudu, Quality Manager of the Moldavian NMI had a meeting with the management of the GUM: President of GUM, Ms. Janina Maria Popowska, Vice-president of GUM Ms. Dorota Habich, General Director Mr. Robert Ziółkowski and Directors of the Departments of the Central Office of Measures. Following the meeting, the guests had the opportunity to acquaint themselves with general characteristics of the legal metrological control in Poland and the organization of the Quality Management System of the GUM. In particular, in the presentations there were pointed out the differences in functioning of both institutions. Afterwards, the possibilities of the bilateral cooperation have been discussed as well.

In the second day of the visit Moldavian guests could visit the metrological departments of GUM where the heads of laboratories demonstrated the possibilities of their facilities in the field of:

1. Electricity Department:
 - Time and Frequency
 - Standards of Electrical Quantities
 - Low Frequency Electrical Quantities
 - Microwaves, Electromagnetic Field and Electromagnetic Compatibility.
- 2) Physical Chemistry Department:
 - Gas Reference Materials,
 - Temperature,
 - Humidity.
- 3) Length and Angle Department:
 - Length,
 - Angle,
 - Industrial Measurements.
- 4) Radiation and Vibration Department:
 - Acoustics and Vibration.

In the conclusion of the visit the guests and the representatives of the GUM had short discussion on the possibilities in the field of comparisons and calibrations. The Moldavian delegation received some hints which can be useful by establishing of the acoustic pressure standard in the Kishinev's institute. In the summing-up, the head of the Moldavian delegation Mr. T. Birsa pointed out that the existing since 2012 the National Metrological Institute of the Republic of Moldova in Kishinev was looking for standards, solutions and scientific-technical support by development of the metrological activities. The guest highly appreciated the level of the presentations and demonstrations during the visits in the laboratories of GUM and simultaneously expressed his hope for the further good cooperation between both institutions.

Визит представителей Национального Института Метрологии Республики Молдова в Главном Управлении по мерам

24–25 ноября 2014 г., по приглашению госпожи Янины Марии Поповской Главное Управление по мерам приняло представителей Национального Института Метрологии Республики Молдова в Кишинёве. Визит является результатом улучшения контактов и завязания сотрудничества в области метрологии в рамках 4-ого заседания Молдавско-польской Комиссии по Экономическому сотрудничеству, которое произошло в феврале текущего года.

В первый день визита представители молдавского НИМ: господин Теодор Бирса, директор Департамента по Законодательной Метрологии и госпожа Александра Цруду, Менеджер по качеству встретились с руководством Главного Управления по мерам: Председателем ГУМ, госпожой Яниной Марией Поповской, Заместителем Председателя ГУМ по законодательной метрологии госпожой Доротой Хабих, Генеральным директором Робертом Зиулковском и директорами департаментов ГУМ. Затем, в рамках презентации системы управления по мерам в Польше гости ознакомились с общей характеристикой законодательного метрологического контроля и организацией системы управления качеством в ГУМ. Особенно, были указаны различия между работой обеих институций. Участники встречи обсудили также возможности двухстороннего сотрудничества.

В рамках программы второго дня визита гости посетили метрологические учреждения ГУМ, где им были продемонстрированы возможности лабораторий:

- 1) в Электрическом Учреждении:
 - времени и частоты,
 - эталонов единиц электрических величин,
 - электрических величин низкой частоты,
 - микроволн, электрического поля и электромагнитической совместимости.
- 2) в Физико-химическом Учреждении:
 - стандартных образцов состава и свойств газов
 - температуры,
 - влажности.
- 3) в Учреждении Измерения Длины и Угла:
 - длины,
 - угла,
 - промышленных измерений.
- 4) в Учреждении излучения и колебаний:
 - акустики и вибрации.

В конце визита обсудились возможности для сотрудничества в области взаимных сличений и калибровок. Гости получили указания, которые могут использовать для создания в Кишинёвском институте эталона единицы звукового давления. Подводя итоги визита в Польше глава молдавской делегации господин Т. Бирса подчеркнул, что существующий с 2012 года Национальный Институт Метрологии Республики Молдова пытается найти образцы и решения а также научно-техническую поддержку в развитии метрологической деятельности. Гость высоко оценил презентации и уровень визитов в лабораториях ГУМ, выражая одновременно надежду на дальше хорошее сотрудничество между обеими институциями.

Jak przekazywać wiedzę o metrologii? Warsztaty w EURAMET

Adam Żeberkiewicz (Gabinet Prezesa, GUM)

Artykuł opisuje 2-dniowe warsztaty z „Zasad wzrostu świadomości – komunikacja i PR w metrologii”, zorganizowane przez EURAMET i PTB w Brunshwiku. Warsztaty miały na celu pokazanie metod działań prowadzących do wzrostu świadomości społecznej w obszarach metrologii i zadań realizowanych przez NMI's w poszczególnych krajach.

This article describes a 2 day training and workshop on “Principles of Awareness-Raising”, organized by EURAMET and PTB in Braunschweig. The event was intended for employees of NMI's and DI's who are responsible for communication and public relations. Article presents best activities, practice examples in PR area and solutions for the future in metrology.

Siedemnastego i osiemnastego września, w Brunshwiku, z inicjatywy EURAMET-u i niemieckiego PTB, odbyło się spotkanie warsztatowe szesnastu przedstawicieli NMI's (Krajowych Instytucji Metrologicznych), zajmujących się komunikacją i public relations.

Tematyka spotkania objęła m.in. prezentację wiedzy w zakresie sposobów skutecznego propagowania informacji i aktywnej komunikacji z interesariuszami urzędu. Fachowymi radami służył p. Julian Biere, który zawodowo zajmuje się doradztwem PR. Każdy z uczestników warsztatów opisywał prace, które na co dzień służą w komunikacji z klientami/odbiorcami. Przedstawiciel Głównego Urzędu Miar pokazał Informator GUM w wersji dwujęzycznej, a także zaprezentował stronę internetową w wersji angielskiej oraz film z uroczystości 95-lecia GUM, z napisami angielskimi. Jeśli chodzi o aktywność wydawniczą, przedstawiony został regularnie wydawany Biuletyn „Metrologia i Probiernictwo”, a kilka słów poświęcono przygotowywanej publikacji „Vademecum polskiej administracji miar”.

Uczestnicy spotkania zgodnie stwierdzili, że społeczna wiedza na temat działań podejmowanych przez instytucje metrologiczne jest wszędzie niewielka, a zatem i niewystarczająca. Konieczne jest więc zidentyfikowanie różnych grup odbiorców (przedsiębiorców – profesjonalistów, klientów – konsumentów i polityków – decydentów), a następnie skuteczne dotarcie do nich.

W trakcie dyskusji pojawiło się wiele interesujących przykładów, jak podnosić świadomość społecz-



ną i jak skutecznie komunikować się z różnymi grupami odbiorców. W szczególności wartościowe były sugestie przedstawicieli PTB i EURAMET-u (m.in. Martina Kaisera – konsultanta w PTB i Anne Trumfheller, odpowiedzialnej za komunikację w EURAMET-cie). Jakkolwiek istnieją podstawowe zasady, którymi należy się kierować w działaniach informacyjnych, to można to robić różnymi sposobami. Warto zauważyć, że w europejskich instytucjach metrologicznych zakres prowadzonych aktywności jest bardzo różny i w znacznej mierze uzależniony od posiadanych środków finansowych i zasobów ludzkich. Bogatsze instytucje metrologiczne wykorzystują do swoich działań np. agencje PR, które oprócz pomocy w realizacji profesjonalnych materiałów filmowych, zajmują się doradztwem medialnym i zarządzaniem kryzysowym. Z uwagi na koszty rzadszą formą promocji są reklamy w mediach (radio, gazety codzienne i biznesowe), za to coraz popularniejsze i skuteczniejsze jest



regularne organizowanie wydarzeń propagujących wiedzę o metrologii: np. dni otwartych, zarówno dla osób dorosłych, jak i dla młodzieży. Grupę najmłodszych odbiorców uznano zresztą za bardzo ważną, proponując prowadzenie w tym kierunku rozmaitych działań edukacyjnych, m.in.: wydawanie broszur informacyjnych, gier planszowych czy prostych testów wyboru z pytaniami odnoszącymi się do metrologii. Do szkół powinny też docierać informacje o organizowaniu konkursów fotograficznych, quizów edukacyjnych, tzw. blended learning itp. Wśród przedstawicieli NMI's nie ma zgodności co do wykorzystania mediów społecznościowych w komunikacji z otoczeniem, jednakże należy zauważyć, że są to kanały coraz chętniej używane.

Nieziemnie popularne, choć raczej jako narzędzia używane w działaniach marketingowych, są materiały reklamowe (gadżety). Większość NMI's posiada długopisy, naklejki, linijki, znaczki, pendrive'y, torby i inne gadżety opatrzone własnymi logotypami, a często również w jednolitych kolorach. Część instytucji promuje się przez wydawnictwa drukowane, niektóre zaś chętniej stawiają na komunikację „fa-

ce-to-face” z klientem. Coraz powszechniejsze jest korzystanie z narzędzi multimedialnych (filmy, prezentacje, proste, ale atrakcyjne graficznie schematy, dobrej jakości zdjęcia). Utworzenie przez EURAMET „banku zdjęć”, do którego dostęp mieliby przedstawiciele NMI's zajmujący się komunikacją i PR, było zresztą jednym z postulatów uczestników warsztatów.

Warsztaty te miały pomóc w wypracowaniu jak najskuteczniejszych metod komunikacji, przy mniejszych zasobach finansowych jednostki i ograniczonych możliwościach organizacyjnych. Wydaje się, że otwartość uczestników, a także pomysłowość organizatorów sprawiły, iż ćwiczenia spełniły swoją rolę. Czy pojawią się również efekty w postaci wzrostu społecznej świadomości metrologicznej? Wiele zależy będzie od konsekwencji w działaniu. Według wstępnych uzgodnień, spotkania wokół prezentowanej tu tematyki mają być organizowane również w przyszłości, choć ich częstotliwość nie została ustalona i zależy w pewnej mierze od aktywności przedstawicieli poszczególnych NMI's.

fol. EURAMET

10



Warsztaty „Europejskie programy metrologiczne: EMRP i EMPIR – szanse dla polskiej metrologii”



23 września, w sali konferencyjnej Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej, odbyły się warsztaty „Europejskie programy metrologiczne: EMRP i EMPIR – szanse dla polskiej metrologii”. Spotkanie, będące wspólną inicjatywą Politechniki Krakowskiej i GUM, zostało poświęcone zagadnieniom dotyczącym współpracy naukowej w dziedzinie metrologii, realizowanej w ramach europejskich programów badawczych, koordynowanych przez EURAMET (Europejskie Stowarzyszenie Krajowych Instytucji Metrologicznych). Podczas warsztatów omówiono rezultaty dotychczasowego uczestnictwa Polski w Europejskim Programie Badawczo-Rozwojowym w Dziedzinie Metrologii (EMRP) oraz przekazano aktualne informacje o możliwości i zasadach udziału w nowym programie EMPIR – Europejskim Programie na rzecz Innowacji i Badań w Dziedzinie Metrologii.

Podczas warsztatów zawarto również umowę ramową o współpracy pomiędzy Głównym Urzędem Miar a Politechniką Krakowską. Umowa dotyczy współpracy w dziedzinie transferu wiedzy, dydaktyki i realizacji projektów badawczo-rozwojowych z zakresu metrologii. Jako pierwsze we wspólnych przedsięwzięciach uczestniczyć będą Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej z Wydziału Mechanicznego PK i Zakład Długości i Kąta GUM.

Umowę podpisali Prezes GUM p. Janina Maria Popowska i Rektor Politechniki Krakowskiej Prof. dr hab. inż. Kazimierz Furtak. Warto dodać, że aktualnie Główny Urząd Miar realizuje 12 umów lub porozumień z krajowymi ośrodkami naukowo-badawczymi.

Uczestnicy warsztatów zaprezentowali następujące referaty (z ich treścią można się zapoznać na stronie internetowej www.gum.gov.pl):

- 1) *Europejski program badań naukowych w dziedzinie metrologii – podsumowanie dotychczasowego udziału Polski*, Zbigniew Ramotowski, Dyrektor Zakładu Długości i Kąta, Reprezentant Polski w Komitecie EMRP i EMPIR;
- 2) *Europejski program na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii – szanse dla polskiej metro-*



- logii, Łukasz Litwiniuk, Dyrektor Zakładu Promieniowania i Drgań, Pełnomocnik ds. EMRP w GUM;
- 3) *Metrologia wymiarowa dużych odległości, Metrologia wymiarowa dla potrzeb mikro- i nanotechnologii*, Grażyna Rudnicka, Kierownik Laboratorium Długości w Zakładzie Długości i Kąta;
 - 4) *Metrologia wymiarowa w badaniach naukowych*, Joanna Przybylska, Kierownik Laboratorium Kąta w Zakładzie Długości i Kąta;
 - 5) *Metrologia wymiarowa dla zaawansowanych technologii wytwarzania*, Anna Kapińska-Kiszko,

- Kierownik Laboratorium Pomiarów Przemysłowych w Zakładzie Długości i Kąta;
- 6) *Kierunki rozwoju metrologii elektrycznej zawarte w mapach drogowych EURAMET*, Elżbieta Michniewicz, Dyrektor Zakładu Elektrycznego;
 - 7) *Prezentacja Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej*, dr inż. Barbara Juras, Kierownik Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej;
 - 8) *Metrologia współrzędnościowa – stan i perspektywy rozwoju w drugiej dekadzie XXI w.*, prof. dr hab. inż. Jerzy A. Śladek.



fot. arch. GUM



25 posiedzenie Generalnej Konferencji Miar (CGPM)

W dniach 18–20 listopada 2014 r. w Wersalu odbyły się obrady 25. Generalnej Konferencji Miar, tj. najwyższego organu w ramach Konwencji Metrycznej z 1875 r. W tym najważniejszym spotkaniu Państw Członkowskich Konwencji Metrycznej wzięli udział delegaci z 45 krajów. Polskę reprezentowała delegacja w składzie: p. Janina Maria Popowska, Prezes Głównego Urzędu Miar (Przewodnicząca), p. Maciej Dobieszewski, Naczelnik Wydziału Prawa Technicznego Ministerstwa Gospodarki, p. Zbigniew Ramotowski, Dyrektor Zakładu Długości i Kąta GUM oraz p. Karol Markiewicz, Dyrektor Gabinetu Prezesa GUM. Na czele obrad stanął Przewodniczący Francuskiej Akademii Nauk, prof. Philippe Taquet.

Upoważnieni przedstawiciele Państw Członkowskich podjęli 5 uchwał w następujących sprawach:

- 1) poparcia kontynuacji prac nad zmianą Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI;
- 2) zatwierdzenia zmian procedury wyboru członków Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM);
- 3) Funduszu Zapomogowego, Emerytalnego i Ubezpieczeń Zdrowotnych, funkcjonującego w BIPM;
- 4) funduszy BIPM na lata 2016–2019;
- 5) funkcjonowania i roli Porozumienia CIPM MRA.

Teksty uchwał podjętych na posiedzeniu są dostępne w języku angielskim i francuskim na stronie BIPM: <http://www.bipm.org/utis/common/pdf/CGPM-2014/25th-CGPM-Resolutions.pdf>

Ponadto podczas obrad dokonano wyboru 18 członków Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM), na kadencję rozpoczynającą się w marcu 2015 r., w skła-



Polska delegacja na posiedzeniu CGPM

fol. BIPM

dzie: Bowsheer Brian (Wlk. Brytania), Brandi Humberto (Brazylia), Bulygin Fedor (Rosja), Buzoianu Mirella (Rumunia), Castelazo Ismael (Meksyk), Duan Yuning (Chiny), Erard Luc (Francja), Inglis Barry (Australia), Inguscio Massimo (Włochy), Kang Dae-Im (Korea Pd.), Liew Thomas (Singapur), Louw Wynand (RPA), May Willie (USA), McLaren James (Kanada), Richard Philippe (Szwajcaria), Richard Philippe (Szwajcaria), Rietveld Gert (Holandia), Ullrich Joachim (Niemcy), Usuda Takashi (Japonia).

Podczas obrad omówiono m.in. realizację prac Międzynarodowego Biura Miar (BIPM), wykonanych w okresie, jaki upłynął od poprzedniej konferencji w 2011 r. oraz program prac BIPM na lata 2016–2019. Przyszłe zadania BIPM będą koncentrować się na metrologii fizycznej, czasie, chemii oraz na promieniowaniu jonizującym. Poszczególne programy badań zmierzają do wyjścia naprzeciw wielkim wyzwaniom współczesnej metrologii. Chodzi o monitorowanie zmian klimatu (m.in. gazy cieplarniane), zapewnienie spójności pomiarowej w kluczowych dla bezpieczeństwa człowieka badaniach medycznych, a także medycynie sądowej, jakości żywności, ochronie środowiska, zastosowaniach energii jądrowej. Kontynuowane będą prace nad redefinicją wybranych jednostek SI. Chodzi o redefinicję kilograma, ampera, kelwina i mola. Jednostki te zostaną powiązane z dokładnymi wartościami liczbowymi, odpowiednio: stałej Plancka h , elementarnego ładunku e , stałej Boltzmann k oraz stałej Avogadro N_A . **Prace te zakończą pewien etap rozwoju metrologii i przejście od wzorców, jako fizycznych obiektów, do wzorców opartych na zjawiskach fizycznych.**



Sala obrad

fol. BIPM

Od krzywej błędu do menzurandu

dr Paweł Fotowicz (Zakład Promieniowania i Drgań, GUM)

Metodyka opracowania danych pomiarowych ma już swoją długą historię. Zaczyna się wraz z wykonywaniem pomiarów w sposób naukowy i rozwojem myśli matematycznej. Współcześnie kojarzona jest z pojęciem niepewności pomiaru, jako matematycznego parametru związanego ze zmienną losową. Pierwotnie odnosiła się do zagadnienia zmienności błędu pomiaru w postaci krzywej jego rozkładu. Obecnie odnosi się do pojęcia menzurandu jako matematycznego opisu każdego pomiaru, niezależnie od stopnia jego złożoności. To podejście pozwala na przedstawienie wyniku pomiaru w postaci zbioru możliwych wartości dla wielkości mierzonej, obliczanej na podstawie modelu pomiaru, którego składowymi są zmienne losowe o określonych rozkładach prawdopodobieństwa.

Evaluation of measurement data in metrology is associated with term of measurement uncertainty. The measurement uncertainty is a parameter characterizing the dispersion of the quantity values being attributed to a measurand. The measurand is a quantity intended to be measured and is expressed as an output quantity in a measurement model. This quantity is treated as a set of possible values expressing a measurement result. Mathematically the measurand is a random variable calculated by the propagation of distributions through the measurement model. Usually, the measurement model is the form of measurement equation consists of many components. Any component is also a random variable with a prescribed probability distribution. One component is associated with a series of observations as a random effect, but another components are an systematic effect. Historically, the first of this components was associated with curve of error.

14

Wstęp

Metodyka opracowania danych pomiarowych w metrologii kojarzy się z pojęciem niepewności pomiaru. Ona zaś rozumiana jest jako parametr charakteryzujący rozproszenie wartości związanych z menzurandem. Termin ten oznacza wielkość, która ma być zmierzona. Wielkość ta przedstawiana jest w postaci matematycznego modelu, który najczęściej przybiera postać równania pomiaru. Równanie to określa zbiór możliwych wartości związanych z wielkością mierzoną, a niepewność pomiaru stanowi miarę jego rozproszenia. We współczesnej metrologii zbiór ten kojarzony jest z wynikiem pomiaru. Matematycznie wyobrażony jest w postaci zmiennej losowej o określonym rozkładzie prawdopodobieństwa, obliczanym na podstawie przyjętego modelu pomiaru. Równanie pomiaru zawiera szereg składowych, które też są zmiennymi losowymi, lecz w przeciwieństwie do menzurandu, o apriorycznie przyjmowanych rozkładach prawdopodobieństwa. Jedną z takich składowych jest

zawsze składowa losowa związana bezpośrednio z serią obserwacji. Natomiast pozostałe, nazywane oddziaływaniami systematycznymi, wynikają z wiedzy o samym pomiarze. Dotyczy to zarówno pomiaru bezpośredniego, jak i pośredniego.

Jednakże zanim doszło do traktowania wielkości mierzonej jak menzurandu, w odległej przeszłości koncentrowano się tylko na zagadnieniu składowej losowej i jej rozkładzie w postaci krzywej błędu. Krzywa błędu stała się celem poszukiwań dla wielu wybitnych przedstawicieli nauk ścisłych i związana była z teorią wartości prawdziwej w pomiarze.

Początki

Już w XVII w. Galileusz uważał, że istnieje tylko jedna wartość prawdziwa związana z wielkością mierzoną, a wszystkie obserwacje obciążone są błędami spowodowanymi przez obserwatora, przyrząd pomiarowy i warunki, w których są wykonywane. Sądził on również, że wyniki obserwacji rozłożone są syme-

trycznie wokół wartości prawdziwej, a wartości wyrażające błąd pomiaru rozłożone są symetrycznie wokół zera. Włoski uczony twierdził też, że małe wartości błędów powtarzają się częściej niż duże. Spostrzeżenia te dobrze określają specyfikę wyniku pomiaru i w następnym stuleciu doprowadziły do sformułowania podstawowych rozwiązań w dziedzinie opracowania danych pomiarowych, idących w kierunku określenia tzw. krzywej błędu.

W połowie XVIII stulecia zdawano sobie sprawę, że powtarzając pomiary w ten sam sposób i tym samym przyrządem pomiarowym nie uzyskujemy tych samych wyników – różnią się one od siebie nieznacznie, tworząc pewien przedział zmienności. Dodatkowo częstość powtarzania wyników w tym przedziale jest różna i na ogół większa dla wartości środkowych niż dla skrajnych. Ta obserwacja nasunęła angielskiemu matematykowi Thomasowi Simpsonowi myśl o przyjęciu krzywej dla obwiedni częstości powtarzanych wyników w postaci trójkąta równoramiennego, którego wierzchołek ulokowany jest pośrodku przedziału, a zbocza opadają do zera dla wartości skrajnych. Simpson uważał, że o ile rzeczywista wartość wielkości nie jest znana, to rozkład jej błędu pomiaru już tak, i jest symetryczny z częstością powtarzania proporcjonalną do ciągu liczb 1, 2, ..., n, ..., 2, 1.

Inny wybitny matematyk francuski Pierre Simon Laplace sformułował trzy warunki dotyczące krzywej błędu. Pierwszy, że ma być symetryczna względem wartości prawdziwej, gdyż obserwacje jednako odchylają się od niej w kierunku wartości większych i mniejszych. Drugi, że musi zdążać do zera, oddalając się od wartości prawdziwej, gdyż prawdopodobieństwo, że wartość obserwacji może być nieskończenie różna od wartości prawdziwej, jest równe zeru. Trzeci warunek jest taki, że obszar (pole powierzchni pod krzywą błędu) musi być liczbowo równy jeden, gdyż pewne jest zdarzenie, że każda obserwacja zawarta jest pod tą krzywą. Warunki Laplace'a może spełniać wiele krzywych, lecz dwie spośród nich zasługują na szczególną uwagę.

Krzywe błędu

Najważniejsze rozwiązania w dziedzinie wyboru krzywej błędu przynosi przełom XVIII i XIX w., a szczególnie pierwsze dziesięciolecie XIX w. Podstawowym zagadnieniem staje się wybór metody opracowania danych pomiarowych. Zagadnienie to sprowadza się

do odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób matematycznie zbudować model pomiaru, dysponując jedynie rozproszonymi danymi eksperymentalnymi. Przykładem może być wyznaczenie parametrów trajektorii ruchu obiektu astronomicznego, np. planetydy lub komety, na podstawie wykonanych obserwacji położenia tego obiektu. Pomiary astronomiczne absorbowały bowiem uwagę twórców podstawowych rozwiązań w dziedzinie opracowania danych pomiarowych: Laplace'a, Legendre'a i Gaussa. Laplace początkowo uważał, że efektywną może być metoda minimalizacji sumy modułów błędów pomiaru. Już w 1774 r. wnioskuje [1], że krzywą błędu może być podwójna funkcja eksponentialna w postaci:

$$\phi(x) = \frac{m}{2} e^{-m|x|} \quad (1)$$

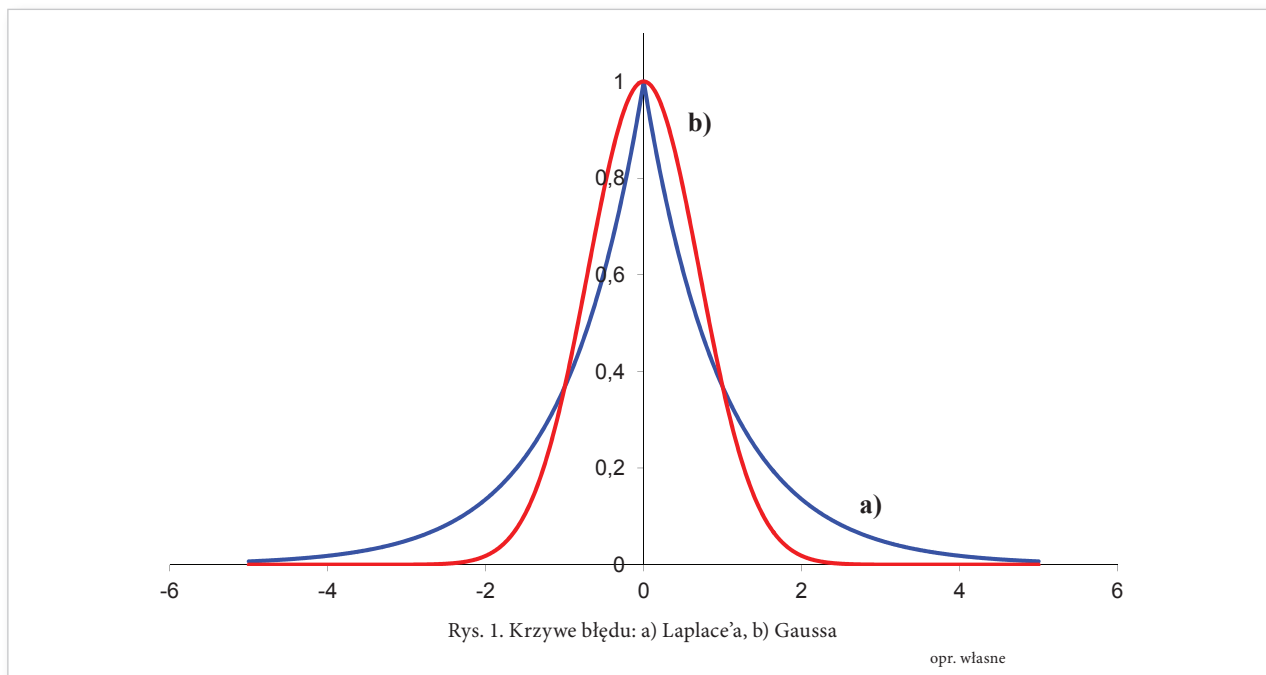
Pod koniec XVIII w., w dobie Rewolucji Francuskiej Laplace i Legendre, dwaj profesorowie matematyki w Ecole Militaire, angażują się w dzieło tworzenia nowego metrycznego systemu miar. Laplace proponuje definicję podstawowej jednostki długości, metra, opartą na długości południka przechodzącego przez Paryż. Legendre wykonuje prace mające na celu możliwie jak najdokładniejsze wyznaczenie szerokości geograficznych punktów kluczowych dla tego południka. Stosuje przy tym nową metodę, opartą o najmniejszą sumę kwadratów błędów i w 1805 r. przedstawia jej opis [2]. Tą samą drogą podąża niemiecki matematyk Carl Friedrich Gauss, który stosuje tę metodę przy obliczaniu trajektorii ciał niebieskich, lecz stawia krok dalej i w 1809 r. postuluje krzywą dzwonową [3] dla błędu pomiaru w postaci:

$$\phi(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2} \quad (2)$$

Przysłowiową kropkę nad i ostatecznie stawia Laplace, potwierdzając słuszność wyboru Gaussa i w 1810 r. formułując centralne twierdzenie graniczne [4], którego istotą jest zależność całkowa w postaci:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{k}{2k'}} \int \exp\left[-\frac{k}{2k'} r^2\right] dr \quad (3)$$

Zależność powyższa określa prawdopodobieństwo błędu średniej obserwacji, w sytuacji gdy błąd każdej z nich określony jest takim samym rozkładem. Można powiedzieć, że Gauss określił funkcję gęstości prawdopodobieństwa błędu, a Laplace jego dystrybuantę.



Warto porównać proponowane funkcje opisujące krzywe błędu. Obie zbudowane są na bazie liczby e . Pierwsza, będąca rozkładem Laplace'a, ma postać $\exp(-|x|)$, a druga będąca rozkładem Gaussa, ma postać $\exp(-x^2)$. Obie funkcje, mimo podobieństw w zapisie, różnią się, co do kształtu (rys. 1).

Krzywa błędu wynikająca z przyjęcia, przy opracowaniu danych pomiarowych, kryterium najmniejszej sumy modułów błędów jest, można tak powiedzieć, bardziej rozłożysta w stosunku do krzywej dzwonowej, wynikającej z zastosowania metody najmniejszej sumy kwadratów błędów. Powoduje to powstanie znacznie większego przedziału zmienności dla błędu pomiaru. Krzywa dzwonowa, nazywana rozkładem normalnym, zyskała uznanie w oczach dziewiętnastowiecznych uczonych i stała się standardem przy analizie wyników pomiarów. Można też dodać, że krzywa ta stała się kluczowym odkryciem w obszarze nauk ścisłych XIX w., gdyż przedstawia rozkład wyników powtarzania tych samych działań, niezależnie od źródła ich pochodzenia.

Niepewność pomiaru

Używanie pojęcia „niepewność” w miejsce pojęcia „błąd” postulował już w 1875 r. George Biddell Airy [5]. Twierdził on, że tak pojmowany błąd może przyjmować wartości łącznie z zerem, a częstość jego powtarzania jest proporcjonalna do funkcji:

$$\frac{1}{c\sqrt{\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{c^2}} \cdot \delta x \quad (4)$$

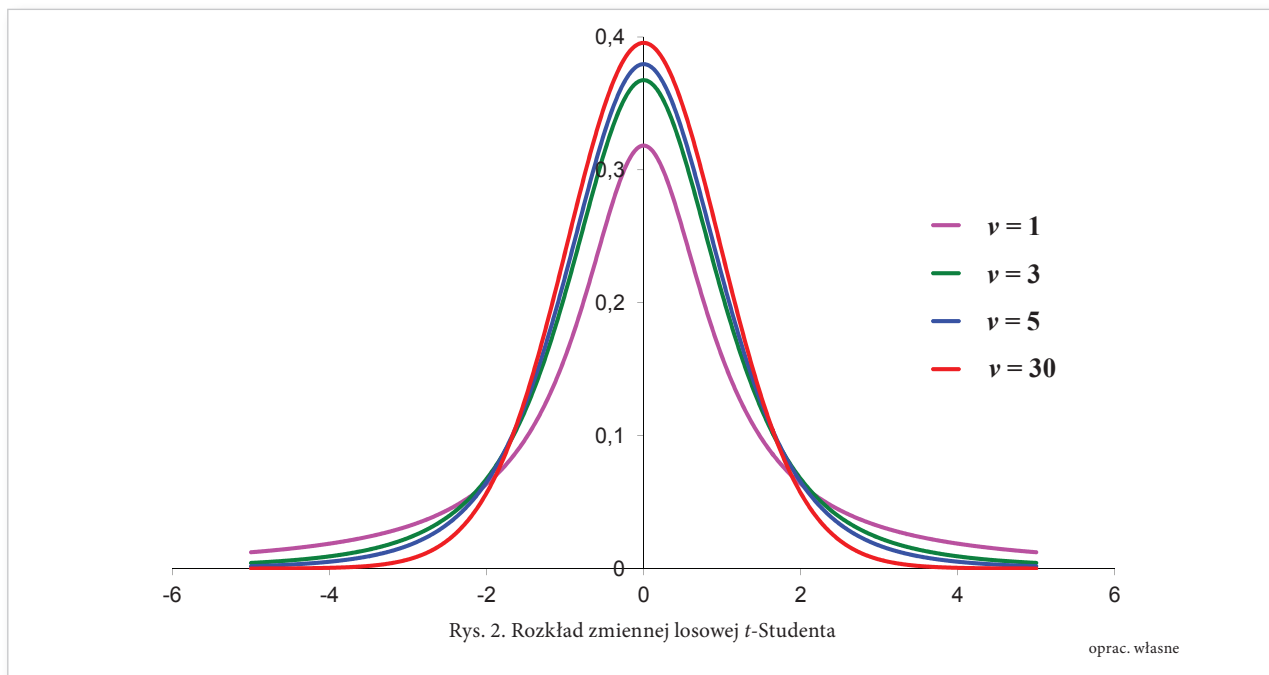
Jak nie trudno się domyśleć wzór powyższy zawiera równanie krzywej dzwonowej. W powyższym wzorze występuje parametr c , który autor nazywa modułem (modulus) i definiuje go jako:

$$c = \text{Error of Mean Square} \times 1,414214 \quad (5)$$

I tu nie trudno się domyśleć, że moduł Airy'ego jest równy iloczynowi błędu średniego kwadratowego i pierwiastka z dwóch. Dodatkowo, w konkluzji, autor nazywa wzór (4) prawem częstości błędu (Law of Frequency of Error), które wyraża prawdopodobieństwo określonej wartości błędu zawartej w przedziale pomiędzy x i $x + \delta x$. Jednocześnie stwierdza, że moduł jest stały dla określonego pomiaru, lecz inny dla różnych pomiarów. Z dzisiejszego punktu widzenia jest to oczywiste, gdyż dla każdej serii pomiarowej uzyskujemy określoną wartość odchylenia standardowego eksperymentalnego, ale możliwe są różne jego wartości dla każdej innej serii obserwacji.

Istotnym wnioskowaniem Airy'ego jest również twierdzenie, że w przypadku łączenia błędów pomiaru wielkości X i Y ich wspólny moduł, dla wielkości zagregowanej Z , podlega prawu:

$$\text{square of modulus for } Z = \text{square of modulus for } X + \text{square of modulus for } Y \quad (6)$$



co jest równoznaczne z zapisem współczesnego równania niepewności pomiaru (sumowania wariancji) w postaci:

$$u^2(Z) = u^2(X) + u^2(Y) \quad (7)$$

Dzieło Airy'ego uświadamia, iż mimo przyjęcia założenia o rozkładzie normalnym dla populacji wyników pomiaru, każda seria obserwacji może mieć inną wartość średniej i odchylenia standardowego eksperymentalnego (błędu średniego kwadratowego).

Rozkład Studenta

Nad problemem rozkładu dla małej liczby obserwacji w próbie losowej pracował Gosset, który publikował swoje rozważania pod pseudonimem Student. Wyniki swoich dociekań przedstawił w 1908 r. w czasopiśmie „Biometrika” [6]. Zakładał, że wyniki pomiaru wywodzą się z populacji o rozkładzie normalnym, a sam pomiar polega na losowaniu z tej populacji ograniczonej liczebnie serii obserwacji, jako próby losowej. Gosset rozważał serie obserwacji o liczebności od 4 do 10. Stworzył nową zmienną losową będącą ilorazem wartości średniej serii obserwacji i odchylenia standardowego eksperymentalnego tej średniej. O ile sama średnia, zgodnie z wnioskiem Laplace'a, podlega rozkładowi normalnemu, to kwadrat odchylenia standardowego już rozkładowi chi kwadrat. Podzielenie zatem tych dwóch zmien-

nych przez siebie tworzy nowy rozkład. Jest to rozkład wartości średniej standaryzowany jego odchyleniem standardowym eksperymentalnym. Został nazwany rozkładem Studenta. Rozkład ten w swoim charakterze podobny jest do rozkładu normalnego i do niego zbieżny wraz z rosnącą liczbą obserwacji w próbie losowej, lecz o rosnącej rozpiętości (szerokości) wraz z malejącą liczbą obserwacji w próbie (rys. 2).

W publikacji [6] Gosset definiuje zmienną losową $z = x/s$, gdzie x to średnia próby losowej (the mean of the sample), a s to odchylenie standardowe tej próby (the standard deviation of the sample). Współcześnie do zdefiniowania rozkładu Studenta używa się zmiennej losowej t o postaci:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s(\bar{x})} \quad (8)$$

W powyższym wzorze zmienna \bar{x} centrowana jest wartością oczekiwaną μ populacji o rozkładzie normalnym (z której losowana jest próba o liczności n) i standaryzowana odchyleniem standardowym eksperymentalnym średniej $s(\bar{x})$. Rozkład charakteryzuje się liczbą stopni swobody $\nu = n - 1$.

Uogólnienie Welcha i Satterthwaitea

Ogólniejsze zastosowanie rozkładu Studenta, niż tylko w odniesieniu do pojedynczej zmiennej losowej, zaproponowali w swoich publikacjach Welch [7]

i Satterthwaite [8]. Obaj, niezależnie, rozważali problem rozkładu dla zmiennej losowej będącej sumą wielu zmiennych losowych, z których każda opisywana jest jej własnym rozkładem Studenta o określonej liczbie stopni swobody. Wykorzystali fakt, iż wariancja V wariancji eksperymentalnej s^2 (kwadrat odchylenia standardowego eksperymentalnego) jest proporcjonalna do ilorazu:

$$V(s^2) \propto \frac{\sigma^4}{\nu} \quad (9)$$

gdzie σ jest odchyleniem standardowym populacji o rozkładzie normalnym, a ν liczbą stopni swobody. Korzystając z prawa propagacji niepewności w postaci:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N u_i^2(y) \quad (10)$$

można łatwo wykazać, zastępując σ złożoną niepewnością standardową $u_c(y)$, że:

$$\frac{u_c^4(y)}{\nu_{\text{eff}}} = \sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{\nu_i} \quad (11)$$

Zatem ze zmienną losową, będącą sumą zmiennych losowych, z których każda opisana jest rozkładem Studenta o określonej liczbie stopni swobody ν_i można, w przybliżeniu, związać również rozkład Studenta o wypadkowej liczbie stopni swobody ν_{eff} obliczanej na podstawie wzoru (11). Satterthwaite w publikacji [8] stwierdza, że przybliżenie rozkładem Studenta o wypadkowej liczbie stopni swobody generuje kilkuprocentowy błąd obliczeniowy. Przybliżenie powyższe przywołuje Dietrich w swojej pracy, formułującej teorię niepewności pomiaru [9].

Teoria niepewności Dietricha

Praca Dietricha jest jednym z podstawowych dzieł źródłowych, na które powołują się twórcy Przewodnika [10]. Autor książki [9], w rozdziale poświęconym ogólnej teorii niepewności, przedstawia następujące założenia:

- niepewność wyniku pomiaru wywołana jest sumą oddziaływań (przypadkowego i systematycznych) na wielkość mierzoną, z których każde można opisać przy użyciu rozkładu prawdopodobieństwa,
- sumowanie oddziaływań odbywa się na drodze operacji splotu matematycznego rozkładów przypisanych tym oddziaływaniami,

- oddziaływaniami przypadkowemu przypisuje się rozkład Studenta,
- oddziaływaniami systematycznym przypisuje się rozkład prostokątny,
- w analizie niepewności uwzględnia się jedno oddziaływanie przypadkowe i $m \geq 1$ oddziaływań systematycznych.

Problemem pozostaje zagadnienie obliczenia splotu wielu składowych o przyjętych rozkładach prawdopodobieństwa. Autor stwierdza, że czynność jest zbyt czasochłonna i proponuje zastosowanie rozwiązania przybliżonego w postaci wzoru na niepewność:

$$U = \sqrt{t^2 \frac{s^2}{n} + k^2 \sum_{i=1}^M \frac{a_i^2}{3}} \quad (12)$$

gdzie: s – odchylenie standardowe eksperymentalne, t – kwantyl rozkładu Studenta o liczbie stopni swobody $\nu = n-1$, n – liczba obserwacji, k – kwantyl rozkładu prostokątnego, a_i – szerokość połówkowa rozkładu prostokątnego związana i -tym oddziaływaniem systematycznym. Zależność (12), jak stwierdza autor, nie pozwala na dokładne wyznaczenie niepewności obliczanej na podstawie splotu rozkładu Studenta z wieloma rozkładami prostokątnymi. Dietrich zaleca w związku z tym przybliżone rozwiązanie wynikające z zastosowania wzoru Welch-Satterthwaite'a (11). Wzór ten pozwala na obliczanie wypadkowej liczby stopni swobody, co po przekształceniach można przedstawić w następującej postaci:

$$\nu_{\text{eff}} = \left[1 + \frac{n}{s^2} \sum_{i=1}^M \frac{a_i^2}{3} \right]^2 (n-1) \quad (13)$$

Na podstawie obliczonej wypadkowej liczby swobody wyznacza się kwantyl t_{eff} rozkładu Studenta. Zgodnie z zaleceniami Przewodnika [10], jeżeli wartość wypadkowej liczby stopni swobody nie jest liczbą całkowitą, to jako ν_{eff} należy przyjąć liczbę całkowitą najbliższą wartości obliczonej i od niej mniejszą. Wzór na niepewność rozszerzoną ma wówczas postać:

$$U = t_{\text{eff}} \sqrt{\frac{s^2}{n} + \sum_{i=1}^M \frac{a_i^2}{3}} \quad (14)$$

Współczesne podejście

Współczesne podejście w dziedzinie wyrażania i obliczania niepewności pomiaru kształtuje pakiet

dokumentów, wydawanych pod egidą Międzynarodowego Biura Miar przez Wspólny Komitet ds. Przewodników w Metrologii (JCGM – Joint Committee for Guides in Metrology). W pakiecie tym kluczową rolę odgrywają trzy dokumenty. Naczelnym z nich jest Przewodnik dotyczący wyrażania niepewności pomiaru [10]. Zawiera bazowe rozwiązania niezbędne do obliczania niepewności przy zastosowaniu prawa jej propagacji. Przewodnik definiuje podstawowe pojęcia stosowane w tym obszarze, takie jak niepewność standardowa, złożona niepewność standardowa czy niepewność rozszerzona. Wyodrębnia on dwie metody obliczania niepewności standardowej, typu A i B. Metoda typu A polega na analizie statystycznej serii pojedynczych obserwacji, a w metodzie typu B posługujemy się innymi sposobami niż analiza serii obserwacji. Przewodnik przedstawia sposoby zapisu niepewności pomiaru i zawiera wskazówki praktyczne, co do sposobu obliczania jej składowych.

Drugim z opracowań jest Suplement 1 do Przewodnika [11]. Dokument zawiera wytyczne, co do nowego podejścia w dziedzinie wyrażania niepewności pomiaru. Podstawową jego ideą jest zasada propagacji rozkładów, realizowana poprzez model matematyczny pomiaru przy użyciu metody Monte Carlo. Miarą wyniku pomiaru jest rozkład prawdopodobieństwa, związany z wielkością wyjściową, wyznaczany na podstawie rozkładów wielkości wejściowych. Wynik pomiaru przedstawiany jest w postaci parametrów tego rozkładu: wartości oczekiwanej, odchylenia standardowego i kwantyli rozkładu dla określonego prawdopodobieństwa, jako granic przedziału rozszerzenia. Dokument przedstawia zalecaną procedurę Monte Carlo, umożliwiającą obliczanie wszystkich tych parametrów. Wartość oczekiwana traktowana jest jak najlepsza estymata wielkości wyjściowej, a odchylenie standardowe jako niepewność standardowa związana z tą estymatą. Omówiony został algorytm postępowania z uwzględnieniem liczby próbekowań, umożliwiający osiągnięcie założonej dokładności obliczeniowej przedziału rozszerzenia. Dokument przyjmuje dwie koncepcje przedziału rozszerzenia: symetrycznego probabilistycznie i najkrótszego dla założonego prawdopodobieństwa. Ponadto opisuje on procedurę walidacyjną wyznaczania niepewności pomiaru metodami analitycznymi przy użyciu symulacji Monte Carlo.

Trzecim z opracowań jest Suplement 2 do Przewodnika [12]. Dokument dotyczy wielowymiarowego mo-

delu pomiaru, czyli takiego, w którym występuje dowolna liczba wielkości wyjściowych. Wielkości te są wzajemnie skorelowane, gdyż zależą od tych samych wielkości wejściowych. Dokument przedstawia prawo propagacji niepewności w postaci macierzowej. Uogólnia też zastosowanie metody Monte Carlo w celu numerycznego wyznaczania wspólnego rozkładu prawdopodobieństwa dla wielkości wyjściowej wielowymiarowego modelu pomiaru. Na ich podstawie można wyznaczyć obszar rozszerzenia, będący odpowiednikiem przedziału rozszerzenia dla jednowymiarowego modelu pomiaru, który odpowiada określonemu prawdopodobieństwu. Obszar ten może przybierać postać hiperelipsy lub hiperprostokąta. Dokument przedstawia również procedurę obliczeniową wyznaczania najmniejszego obszaru rozszerzenia.

Powyższe dokumenty określają podstawowy kanon opracowania danych pomiarowych, w myśl kształtującej się współcześnie koncepcji metrologicznej i dlatego noszą wspólny tytuł „Evaluation of measurement data”. Celem ich jest bowiem wyznaczenie wspólnej metodyki opracowania wyniku pomiaru, jednolitej dla całego obszaru zastosowań metrologicznych.

Wyrażanie niepewności pomiaru

Jak wspomniano we wstępie, niepewność pomiaru to parametr charakteryzujący rozproszenie wartości wielkości związanych z menzurandem. Menzurand to wielkość, która ma być zmierzona i zdefiniowana jest przy użyciu określonego modelu pomiaru. Modelem pomiaru może być dowolna jawna lub niejawna funkcja pomiaru. Na ogół przedstawiana jest w ogólnej postaci jako:

$$Y = f(X_1, \dots, X_N) \quad (15)$$

gdzie Y oznacza wielkość wyjściową, a X_1, \dots, X_N oznaczają wielkości wejściowe. Są one traktowane jak zmienne losowe opisane określonymi rozkładami prawdopodobieństwa. Parametry tych rozkładów wyznacza się w postaci wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego. Miarą wartości oczekiwanej jest estymata x_i wielkości, a miarą odchylenia standardowego jej niepewność standardowa $u(x_i)$. Na ogół przyjmuje się do opisu tych wielkości następujące rozkłady prawdopodobieństwa: normalny lub Studenta dla niepewności obliczanej metodą typu A i prostokątny, trójkątny lub trapezowy dla niepewności obliczanej metodą typu B.

W klasycznym podejściu GUF (*Guide Uncertainty Framework*), wynikającym z wykładni dokumentu [10], dla wielkości wyjściowej przyjmuje się rozkład normalny lub Studenta z wypadkową liczbą stopni swobody. W tym podejściu kluczowym parametrem jest niepewność rozszerzona obliczana jako:

$$U = k \cdot u_c(y) \quad (16)$$

gdzie k jest współczynnikiem rozszerzenia, a $u_c(y)$ to złożona niepewność standardowa, związana z estymatą y i wielkości wyjściowej Y reprezentującej mierzand. Przyjmuje się założenie o liniowej lub linearyzowanej funkcji pomiaru, dlatego do obliczania odchylenia standardowego wielkości wyjściowej stosuje się metodę sumowania par kowariancji wielkości wejściowych, jako miary złożonej niepewności standardowej:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j) \quad (17)$$

co dla wielkości wejściowych nieskorelowanych daje prostszą jej postać:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) \quad (18)$$

Obie powyższe zależności w Przewodniku nazywane są prawem propagacji niepewności.

Współczynnik k przyjmuje wartość zbliżoną do wartości kwantyla rozkładu przyjętego dla wielkości wyjściowej. Gdy rozkładem wielkości wyjściowej jest rozkład Studenta, to kwantyl tego rozkładu wyznacza się dla wypadkowej liczby stopni swobody, obliczanej ze wzoru Welch-Satterthwaitea:

$$v_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}} \quad (19)$$

Przy prawdopodobieństwie $p = 95\%$ dla rozkładu normalnego w przybliżeniu $k = 2$, a dla rozkładu Studenta na ogół $k \geq 2$.

W podejściu reprezentowanym przez suplementy do Przewodnika rozkład prawdopodobieństwa związany z wielkością wyjściową Y wyznaczany jest poprzez model lub funkcję pomiaru. Działanie to nazywane jest propagacją rozkładów. Polega ona na wyznaczeniu dystrybuanty G dla wielkości wyjściowej i może być realizowana:

- metodami analitycznymi poprzez matematyczne przedstawienie funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla Y ,
- metodą propagacji niepewności opartą na przybliżeniu funkcji pomiaru pierwszymi wyrazami szeregu Taylora,
- przez włączenie dodatkowych członów wyższych rzędów wyrazów szeregu Taylora,
- metodami numerycznymi, szczególnie z zastosowaniem metody Monte Carlo.

Metoda Monte Carlo prowadzi do uzyskania numerycznej aproksymacji dystrybuanty G dla wielkości wyjściowej. Procedura realizowana jest w kolejnych krokach postępowania:

- wybór liczby próbkowania M ,
- wygenerowanie M prób N elementowego zbioru wielkości wejściowych,
- dla każdej próby obliczenie, na podstawie funkcji pomiaru, odpowiadającej jej wartości y , wielkości wyjściowej,
- posortowanie wartości wielkości wejściowych w niemalejącym porządku, używając posortowanych wartości y_r do przybliżenia dystrybuanty wielkości wyjściowej G ,
- wyznaczenie z dystrybuanty G estymaty wielkości wyjściowej i związanej z nią niepewności standardowej,
- wyznaczenie z dystrybuanty G odpowiedniego przedziału rozszerzenia dla określonego prawdopodobieństwa p .

Ogólnie, przy opracowaniu danych pomiarowych postępowanie składa się z trzech etapów: opisu wielkości, obliczeń i zapisu wyniku. Zgodnie z zaleceniami opis wielkości powinien zawierać:

- definicję wielkości wyjściowej jako mierzandu,
 - określenie wielkości wejściowych X_i , od których zależy wielkość wyjściowa Y ,
 - model matematyczny określający relacje pomiędzy wielkościami wejściowymi a wielkością wyjściową,
 - przyjęcie rozkładów prawdopodobieństwa dla wielkości wejściowych.
- Etap obliczeń polega na realizacji zasady propagacji rozkładów wielkości wejściowych poprzez model pomiaru w celu otrzymania rozkładu dla wielkości wyjściowej, a zapis wyniku polega na przedstawieniu:
- wartości oczekiwanej jako estymaty y i wielkości wyjściowej,

- b) odchylenia standardowego jako niepewności standardowej $u(y)$, związanej z estymatą y ,
- c) przedziału rozszerzenia dla wielkości wyjściowej przy określonym prawdopodobieństwie, w postaci jego dolnej i górnej granicy y_{low} i y_{high} .

Ponieważ wyniki obliczeń metodą propagacji rozkładów mogą się różnić od wyników obliczeń przy zastosowaniu prawa propagacji niepewności, to zaleca się ich walidację. Polega ona na:

- a) zastosowaniu prawa propagacji niepewności w celu wyznaczenia przedziału rozszerzenia o wartościach granicznych: $y \pm U$ dla wielkości wyjściowej Y ,
- b) zastosowaniu zalecanej procedury obliczeniowej dla metody Monte Carlo w celu otrzymania wartości niepewności standardowej $u(y)$ oraz granic y_{low} i y_{high} przedziału rozszerzenia dla wielkości wyjściowej Y .

Następnie należy sprawdzić, czy otrzymane przedziały rozszerzenia zgadzają się co do ustalonej tolerancji numerycznej $\delta = 10^\alpha/2$, gdy $u(y) = A \cdot 10^\alpha$. W tym celu oblicza się:

$$d_{\text{low}} = |y - U - y_{\text{low}}| \quad (20)$$

$$d_{\text{high}} = |y + U - y_{\text{high}}| \quad (21)$$

jako bezwzględne wartości odpowiadające granicom przedziału. Jeżeli wartości te są nie większe niż δ , to można uznać obliczenia wykonane na podstawie prawa propagacji niepewności za zwalidowane.

W przypadku wielowymiarowych modeli pomiaru, dla których wielkość wyjściowa jest wektorem, można zastosować metodę propagacji niepewności, która jest uogólnieniem prawa propagacji niepewności stosowanego w dziedzinie jednowymiarowych modeli pomiaru lub metodę propagacji rozkładów. Pierwsza metoda opiera się na rachunku macierzowym, a druga na obliczeniach numerycznych z wykorzystaniem procedury Monte Carlo. Obie prowadzą do wyznaczenia obszaru rozszerzenia, jako miary niepewności pomiaru dla wielkości wielowymiarowych. Szczegóły postępowania omówiono w publikacji [13].

Podsumowanie

Przedstawione podejście w dziedzinie opracowania danych pomiarowych stosowane we współczesnej metrologii czerpie bogato z tradycji myśli mate-

matycznej, która kształtowała się na przestrzeni ostatnich stuleci. Jego prekursorami byli najwybitniejsi twórcy w dziedzinie nauk ścisłych. Podejście to wyrasta z klasycznej teorii błędu pomiaru, opierając się o rachunek zmiennych losowych, współcześnie realizowany już przy użyciu numerycznych metod obliczeniowych wspieranych przez powszechnie dostępne techniki komputerowe. Przeszło drogę ewolucyjną od wyobrażenia krzywej błędu, jako pierwotnej postaci zmiennej losowej, do dojrzałej, w postaci menzurandu formowanego poprzez model pomiaru. Jest uniwersalną propozycją w dziedzinie opracowania danych, mogących mieć zastosowanie we wszystkich obszarach nauk technicznych. Stanowi istotny wkład metrologii do rozwoju tych nauk.

Literatura

- [1] Laplace P. S., *Mémoire sur la probabilité des causes par les événemens*, Paris 1774.
- [2] Legendre A. M., *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes*, Paris 1805.
- [3] Gauss C. F., *Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solum ambientium*, Hamburg 1809.
- [4] Laplace P. S., *Memoire sur les approximations des formules qui sont fonctions de tres grands nombres et sur leur application aux probabilites*, Paris 1810.
- [5] Airy G. B., *On the algebraic and numerical theory of errors of observations and the combination of observations*, London 1875.
- [6] Student, *The probable error of a mean* [w:] "Biometrika", vol. 6 (1908).
- [7] Welch B. L., *The generalization of Student's problem when several different population variances are involved* [w:] "Biometrika", vol. 34 (1947).
- [8] Satterthwaite F. E., *An approximate distribution of estimates of variance components* [w:] "Biometrics Bulletin", vol. 2 (1946).
- [9] Dietrich C. F., *Uncertainty, calibration and probability. The statistics of scientific and industrial measurement. The Adam Hilger Series on Measurement Science and Technology*, Second edition 1991.
- [10] *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. ISO 1993, 1995 (corrected and reprinted). JCGM 100:2008.*
- [11] *Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Propagation of distributions using a Monte Carlo method. JCGM 101:2008.*
- [12] *Supplement 2 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Extension to any number of output quantities. JCGM 102:2011.*
- [13] Fotowicz P., *Omówienie międzynarodowego dokumentu JCGM 102:2011 dotyczącego wyrażania niepewności pomiaru* [w:] Biuletyn GUM, nr 3 (2014).

Problemy zachowania spójności pomiarowej w chromatografii gazowej

Izabela Łuczak (OUM w Łodzi)

Prof. dr hab. Ewa Bulska (Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii)

Techniki chromatograficzne, dzięki możliwości rozdzielania i identyfikacji składników często bardzo złożonych mieszanin, zdominowały współczesne laboratoria analityczne. Ważnym elementem zapewnienia jakości wyników jest wzorcowanie układów chromatograficznych tak, aby zastosowane wzorce chemiczne umożliwiły zapewnienie spójności pomiarowej. Poza tym należy pamiętać o tym, aby proces wzorcowania stanowił element procesu nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym.

Thanks to the possibility of separation and identification of components of the frequently very complex mixtures makes the chromatographic techniques dominated modern method in analytical laboratories. An important element in ensuring the quality of the results is the calibration of chromatographic systems, so that the used chemical standards make possible the retention of measurement integrity. Moreover it must be kept in mind that the calibration process should be a part of supervision process over the measuring equipment.

Analiza jakościowa i ilościowa w instrumentalnych technikach analitycznych

22

W powszechnym rozumieniu proces kalibrowania oznacza powiązanie wartości sygnału analitycznego z zawartością danej substancji wzorcowej. Zakładając, że możliwe jest wykorzystanie kilku wzorców o różnej zawartości danej substancji, uzyskuje się zależność kalibracyjną, którą charakteryzuje ilościowy zakres odpowiedzi detektora. Warto jednak pamiętać, że wyznaczanie zależności kalibracyjnej jest możliwe pod warunkiem zapewnienia selektywności odpowiedzi detektora, co oznacza konieczność ustalenia odpowiedzi detektora na obecność danej substancji, czyli pierwotne (jakościowe) wzorcowanie przyrządu pomiarowego.

Warto w tym miejscu podkreślić, że pierwotne wzorcowanie przyrządu pomiarowego względem jego cechy jest konieczne w każdej technice. W przypadku technik spektralnych jakościowe wzorcowanie przyrządu będzie oznaczać ustalenie długości fali, przy której sygnał analityczny jednoznacznie identyfikuje obecność danej substancji. W przypadku technik elektrochemicznych wzorcowanie przyrządu będzie oznaczać przykładowo ustalenie warto-

ści potencjału dla reakcji utlenienia lub redukcji, charakterystycznego dla danej substancji. W końcu, w przypadku technik chromatograficznych wzorcowanie jakościowe przyrządu będzie oznaczać ustalenie czasu retencji jednoznacznie przypisanego obecności danej substancji [1].

Niezbędnym warunkiem uzyskania wiarygodnych wyników pomiarów, przy zapewnieniu ich spójności pomiarowej, jest w związku z tym kalibracja jakościowa i ilościowa układu pomiarowego. Instrumentalne techniki analityczne wymagają stosowania odpowiednich wzorców substancji chemicznych, tak aby możliwe było przypisanie odpowiadających im sygnałów analitycznych.

Jak wspomniano wyżej, w przypadku technik chromatograficznych istotne jest określenie czasu retencji odpowiadającego miejscu danego sygnału na zarejestrowanym chromatogramie (kalibracja jakościowa) oraz intensywności tego sygnału w zależności od zawartości danej substancji wzorcowej (kalibracja ilościowa). Do tego celu służą chemiczne materiały odniesienia (wzorcowe substancje chemiczne), o znanym składzie i o znanej zawartości danej substancji. W przypadku certyfikowanych materiałów odniesienia, zawartość danej substancji, podana na certyfika-

cie, powinna mieć przypisaną niepewność pomiaru, poza tym konieczne jest odniesienie do wzorca wyższego rzędu (spójność pomiarowa).

Certyfikowany materiał odniesienia pierwszego rzędu to materiał o najwyższej jakości metrologicznej, którego wartości danej cechy określone zostały przy pomocy metody bezwzględnej (podstawowej). Natomiast materiał odniesienia drugiego rzędu to taki, którego wartości danej cechy są ustalone przez porównanie z wzorcem pierwszego rzędu.

Najbardziej pożądaną sytuacją jest ta, w której wartości danej cechy dla certyfikowanego materiału odniesienia (z definicji) są powiązane z jednostkami miar układu SI. Uważa się, że jeżeli powiązanie z wzorcami państwowych jednostek miar jest niemożliwe do uzyskania lub nieracjonalne w konkretnym przypadku, to można zastosować uzgodnione wzorce (lub metody), jednoznacznie opisane i zaakceptowane przez wszystkie zainteresowane strony. Pojawia się pytanie, czy każdy certyfikowany materiał odniesienia zachowuje spójność pomiarową zgodnie z podstawowymi wymaganiami metrologicznymi. Nie, ale w żadnym wypadku nie oznacza to, że powinniśmy zrezygnować z ich stosowania.

Materiały odniesienia jako wzorce substancji chemicznych

Chemiczne materiały odniesienia są stosowane w analizie instrumentalnej jako wzorce substancji chemicznej i pełnią rolę wzorców miar, podobnie jak odważnik, przymiar czy opornik wzorcowy, w pomiarach fizycznych. Certyfikowane materiały odniesienia uznawane są za najlepsze źródło spójności pomiarowej i są niezmiernie przydatne w procesie walidacji procedur pomiarowych.

Przyjmuje się następujące kryteria, jakie powinna spełniać substancja, która może być uznana jako materiał odniesienia RM (Reference Material) [2]:

- RM powinien być trwały, a odtwarzana przez niego wartość danej cechy powinna być stabilna w możliwym do zaakceptowania okresie, w możliwych do zrealizowania warunkach przechowywania, transportu i użytkowania;
- RM powinien być dostatecznie jednorodny, tak aby wartość danej cechy, zmierzona dla jednej części partii materiału odnosiła się do dowolnej innej części partii w możliwych do przyjęcia granicach niepewności pomiaru, w przypadku nie-

jednorodności dużej partii może stać się konieczne certyfikowanie każdej próbki z partii;

- wartość danej właściwości RM powinna być ustalona z precyzją i dokładnością wystarczającą do przewidywanego zastosowania materiału odniesienia;
- wszelkie informacje na temat RM powinny być opisane w sposób jednoznaczny, zgodny z wymaganiami przewodnika ISO nr 31.

Materiały odniesienia stosowane w chromatografii gazowej

Materiały odniesienia przeznaczone do pomiarów w układach wykorzystujących chromatografię gazową muszą charakteryzować się przede wszystkim wysoką czystością, a zawartość głównego składnika powinna być znana z przypisaną jej niepewnością pomiaru.

W Pracowni Wzorców Chemicznych Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi produkowane są między innymi wzorce następujących substancji: n-heksanu, benzenu, toluenu, o-ksylenu, izooktanolu. Są to substancje stosunkowo lotne, które są często wykorzystywane do wzorcowania chromatografów gazowych wyposażonych w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID). W trakcie procesu certyfikacji wzorców wykonywana jest analiza ilościowa w odniesieniu do substancji przeznaczonej do roli wzorca, co pozwala na przygotowanie świadectwa materiału odniesienia, zawierającego informację o jego czystości wraz z przypisaną niepewnością pomiaru. Stanowisko do analizy chromatograficznej składa się z chromatografu gazowego serii Agilent 6890N firmy Perlan Technologies z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID. Chromatograf wyposażony jest w kolumnę kapilarną oraz automatyczny dozownik próbek. Chromatograf ten jest zintegrowany z komputerem wyposażonym w program ChemStation, umożliwiający kontrolowanie procesu chromatograficznego, wykonanie niezbędnych obliczeń i przedstawienie ich w postaci raportu.

Zastosowany detektor płomieniowo-jonizacyjny jest jednym z najczęściej stosowanych w chromatografii gazowej. Jego działanie polega na jonizacji wprowadzanych do płomienia substancji i rejestracji zmian potencjału. Podczas pracy chromatografu, gdy przez detektor przepływa jedynie gaz nośny, też ulegający jonizacji, ustala się stały potencjał między płomie-

niem a elektrodą. W momencie, gdy do detektora dotrze oznaczana substancja, która również zostaje zjonizowana, mierzony potencjał zmieni się (rośnie), co zostanie zarejestrowane jako sygnał pomiarowy.

Chromatogramy przyjmują zwykle kształt serii ostrych pików, których wysokość odpowiada stężeniu wychodzącej z kolumny substancji, a pole powierzchni danego piku odpowiada stężeniu danej substancji w badanej próbce.

W analizie ilościowej wykorzystuje się liniową zależność między sygnałem detektora (powierzchnią piku) a stężeniem substancji badanej w gazie nośnym czy rozpuszczalniku eluacyjnym. Najczęściej stosowanym sposobem wykonania pomiarów ilościowych jest technika normalizacji wewnętrznej. W tym przypadku zakłada się, że powierzchnia każdego piku jest proporcjonalna do ilości odpowiadającego mu składnika.

Analiza jakościowa przy wytwarzaniu wzorców substancji dla chromatografii gazowej mogłaby dotyczyć identyfikacji pików na podstawie ich czasów retencji, odpowiadających poszczególnym składnikom próbki. Wówczas w świadectwie materiału odniesienia dodatkowo możliwe byłoby dodanie wartości czasu retencji substancji wzorcowej, pod warunkiem prowadzenia procesu rozdzielania chromatografowego w jednakowych warunkach.

Należy jednak zaznaczyć, że jednym z problemów w badaniach jakościowych jest potwierdzenie lub wykluczenie obecności określonej substancji na podstawie czasu retencji, który może być różny dla różnych układów chromatograficznych. Konsekwencją tego jest to, że nawet jeśli na chromatogramie pojawi się pik o czasie retencji takim, jaki został podany na świadectwie materiału odniesienia, to nie może to być potraktowane jako jednoznaczne potwierdzenie obecności substancji wzorcowej. Wiele związków należących do różnych klas substancji chemicznych może być wymywanych z kolumny w identycznym lub bardzo zbliżonym czasie retencji.

Wytwarzanie materiałów odniesienia do chromatografii gazowej

Przy wyborze substancji, która może pełnić rolę substancji wzorcowej dla układów pomiarowych wykorzystujących rozdzielanie chromatograficzne, w Pracowni Wzorców Chemicznych (PWCh) uwzględnia się następujące właściwości fizykochemiczne cieczy:

- czystość, obojętność chemiczną, możliwie niską higroskopijność,
- stabilność odtwarzanych wielkości.

Warto przy tym podkreślić, że do przygotowywania wzorców do chromatografii gazowej stosuje się substancje chemiczne zawierające minimum 99,5 % głównego składnika w próbce. W tym celu substancje wyjściowe, przeznaczone do celu wytworzenia substancji wzorcowej oczyszcza się metodą rektyfikacji kolumnowej. W PWCh substancje przeznaczone na wzorce chromatograficzne, o przewidywanym zastosowaniu do wzorcowania i przeznaczone do wzorcowania chromatografu gazowego, są oczyszczane na kolumnie rektyfikacyjnej o zdolności rozdzielczej powyżej 15 pólk teoretycznych. Frakcję przeznaczoną na wzorec zbiera się w ściśle określonej temperaturze pod ciśnieniem 1013 hPa. Następnie analiza chromatograficzna przeprowadzana jest w następujących warunkach:

- kolumna kapilarna HP-50+ o wymiarach 30 m na 320 μm , grubość filmu fazy stacjonarnej 0,25 μm ,
- temperatura kolumny 50 $^{\circ}\text{C}/0,5$ min., przyrost 50 $^{\circ}\text{C}/1$ min. do 200 $^{\circ}\text{C}$,
- temperatura dozownika 250 $^{\circ}\text{C}$,
- temperatura detektora 250 $^{\circ}\text{C}$,
- przepływ gazu nośnego (argon) 30 cm^3/min .

Ocena stopnia czystości zebranej frakcji polega na dokładnym ustaleniu zawartości głównego składnika we wzorcu. W tym celu wykonuje się serię co najmniej 8 pomiarów i wyniki poddaje się ocenie statystycznej.

Procedura wytwarzania wzorców chromatograficznych jest poddana procesowi walidacji, co pozwala na potwierdzenie spełnienia wysokich kryteriów założonych przez laboratorium. W celu oceny wiarygodności wyników potwierdzających identyfikację i czystość substancji wzorcowej stosowane są wzorce o najwyższej jakości metrologicznej, dostarczane przez renomowanych producentów.

Czystość badanej substancji (podawana w %) jest obliczana poprzez całkowanie pola powierzchni piku składnika głównego oraz pików zanieczyszczeń.

Do wzorcowania chromatografu gazowego zastosowano pięć certyfikowanych materiałów odniesienia, które zestawiono w tabeli 1 wraz z odpowiadającymi im czasami retencji.

Tabela 1. Lista wzorców produkowanych w Pracowni Wzorców Chemicznych

Lp.	Wzorce	Stężenie (%)	Czas retencji (s)
1.	n-Heksan	99,81 ± 0,01	2,049
2.	Benzen	99,88 ± 0,02	2,468
3.	Toluen	99,80 ± 0,01	2,893
4.	o-Ksylen	99,67 ± 0,01	3,546
5.	Izooktanol	99,89 ± 0,01	4,084

Kalibrację wykonuje się według instrukcji wzorcowania. Instrukcja ta zawiera konfigurację i specyfikację sprzętu, warunki, w których powinien znajdować się układ pomiarowy, opis programu ChemStation, czynności oraz procedury weryfikacji, interpretacji, opracowania oraz zestawienia wyników.

Wstępne opracowanie wyników obejmuje: korekcję sygnału wyjściowego (korekcję linii zerowej), wyznaczenie szczególnego parametru sygnału (np. powierzchni piku), filtrację sygnału w celu usunięcia zakłóceń, weryfikację kompletności zapisów o aparaturze, warunkach, wynikach itp. oraz weryfikację wyników i usunięcie wyników obciążonych błędami grubymi [3].

Podsumowanie

Jakość przetwarzanych danych pomiarowych ma zasadniczy wpływ na uzyskanie wiarygodnych wyników. Istotne jest więc właściwe zaplanowanie do-

świadczenia w celu zminimalizowania liczby pomiarów koniecznych do uzyskania informacji o mierzonym obiekcie, co w analityce pozwala na ekonomizację czasu i środków.

Metoda zastosowana podczas próby wzorcowania wybranego modelu chromatografu gazowego zostanie jeszcze przetestowana na innych, zbliżonych parametrowo układach chromatograficznych.

Za czynnik wpływający na pomiar można uznać m.in. skład fazy stacjonarnej, temperaturę, przepływ, ciśnienie, stabilność przepływu, skład fazy ruchomej oraz czynniki wynikające z budowy i właściwości zastosowanego detektora, takie jak czułość, selektywność, poziom szumów oraz dryft. Przedstawiona powyżej metoda wzorcowania chromatografów gazowych wymaga jeszcze dalszych badań.

Literatura

- [1] Bulska E., *Metrologia chemiczna*, Wydawnictwo Malamut, Warszawa 2013.
- [2] *Certyfikacja Materiałów Odniesienia – Zasady ogólne i analiza statystyczna*, Przewodnik ISO/IEC Nr 35, PKN, Warszawa 1997.
- [3] Piotrowski J., Kostyrko K., *Wzorcowanie aparatury pomiarowej*, PWN, Warszawa 2012.

Udoskonalenie metody wzorcowania mierników pola EM o pomiar tzw. strefy stabilnego wskazania

Mariusz Janeczko, dr Albin Czubla (Zakład Elektryczny, GUM)

Praca przedstawia dotychczasową, jak i nową metodę wzorcowania mierników pola, stosowaną w Głównym Urzędzie Miar. Prezentowane są różnice, w tym wady i zalety każdej z nich. Krótko omawiany jest także rachunek niepewności pomiaru.

This paper presents the current and new method for field meters calibration used in the Central Office of Measures. There are shown the differences, including their advantages and disadvantages. Measurement uncertainty calculation is also briefly discussed.

Wprowadzenie

Stosowana od wielu lat w Laboratorium Mikrofalowym, Pola Elektromagnetycznego i Kompatybilności Elektromagnetycznej Zakładu Elektrycznego GUM metoda wzorcowania (zwana dalej metodą nr 1), oparta jest o n -krotny pomiar przypadkowo dobranych wartości pola wzorcowego, zawierających się w granicach rozdzielczości wskazania wzorcowanego miernika. Użycie przyrządów o wysokiej rozdzielczości nastawy natężenia prądu pozwoliło na opracowanie nowej procedury (zwanej dalej metodą nr 2), która, jak się okazało, znacznie rozszerzyła zakres zdobytych informacji o przyrządzie wzorcowanym.

Prezentowana praca ogranicza się tylko do omawiania stałego pola magnetycznego. Jednak rdzeń obu metod, a także wnioski wyciągnięte z porównań są słuszne również dla pól elektrycznych oraz dla pól przemiennych o częstotliwościach poniżej 100 kHz, jak i pośrednio do każdej innej wielkości mierzonej.

Pomiar natężenia pola H lub proporcjonalnej do niego indukcji magnetycznej B , w przypadku pól o natężeniu do 57 kA/m, polega na wygenerowaniu wzorcowego pola za pomocą cewek Helmholtza, a następnie zmierzeniu spadku napięcia na oporniku wzorcowym. Zmierzony spadek napięcia jest wprost proporcjonalny do prądu płynącego przez cewki, a ten z kolei do natężenia pola. Równanie pomiaru ma następującą postać:

$$H_{\text{pop}} = V \frac{K}{R} + \delta H_F + \delta H_A \quad (1)$$

gdzie: H_{pop} – natężenie pola magnetycznego, V – napięcie zmierzone woltomierzem, K – stała cewki (wzorca), R – opornik wzorcowy, δH_F – poprawka uwzględniająca niejednorodność pola, δH_A – poprawka uwzględniająca błąd dopasowania pola wzorcowego dożądanego wskazania na mierniku wzorcowanym.

W przypadku pola o natężeniu powyżej 60 kA/m (co odpowiada indukcji ok. 75 mT) źródłem jest elektromagnes o nieznanach bliżej parametrach. Wówczas wzorcowanie odbywa się poprzez jednoczesny pomiar nieznanego pola za pomocą wzorcowanego miernika oraz miernika indukcji magnetycznej opartego o rezonans magnetyczny (NMR).

W obydwu metodach przy wyznaczaniu niepewności rozszerzonej współczynnik rozszerzenia k , dla przedziału ufności ok. 95 %, wyznaczany jest ze wzoru (13), przedstawionego w publikacji [1] (uwzględniający składanie rozkładów prostokątnych) oraz zapisanego tamże wzoru (1) na współczynnik rozszerzenia dla rozkładu trapezowego.

Metoda wzorcowania nr 1

Metoda polega na przeprowadzeniu przyrządem wzorcowanym n -krotnego pomiaru przypadkowo dobranych wartości pola wzorcowego w granicach

stałego wskazania przyrządu wzorcowanego zwane-
go punktem pomiarowym, którego wartość ustalono
z użytkownikiem przyrządu. Równanie błędu pomia-
ru ma następującą postać:

$$\Delta H = H_{ws} - H_{pop} = H_{ws} - V_{sr} \frac{K}{R} - \delta H_F - \delta H_A \quad (2)$$

gdzie: H_{ws} – wskazanie przyrządu wzorcowanego,
 H_{pop} – wartość natężenia pola wzorcowego, V_{sr} – war-
tość średnia zmierzonego napięcia. Poprawkom δH_F
oraz δH_A przypisuje się wartość równą zero (ich rola
ogranicza się jedynie do udziału w niepewności).

Ze względu na dominujący udział rozdzielczości
i poprawki na niejednorodność pola, a także ograni-
czenia czasowe przyjęto, że do wyznaczenia wartości
średniej napięcia wystarczy przyjąć $n = 3$. Oznacza
to, że pełna usługa wzorcowania wymagała wykonania
trzech serii pomiarów we wszystkich punktach
pomiarowych.

Dla zrozumienia dalszego toku postępowania wy-
starczy informacja, że pełne równanie niepewności
błędu pomiaru dla metody nr 1 zawiera składnik pro-
porcjonalny do odchylenia standardowego pomiaru
napięcia.

W budżecie niepewności wszystkie składowe,
oprócz jednej, szacuje się metodą typu B, przyjmując,
że liczby stopni swobody wszystkich tych składowych
dążą do nieskończoności. Wyjątkiem jest składowa
niepewności proporcjonalna do odchylenia stan-
dardowego pomiaru napięcia, który szacuje się me-
todą typu A, a jego liczbę stopni swobody określa
równanie $\nu = n-1$. W ten sposób wypadkowa liczba
stopni swobody potrzebna do obliczenia współczyn-
nika rozszerzenia (w przypadku, gdy iloraz r zdefi-
niowany w [1] jest mniejszy od 1), dla rozkładu
 t -Studenta, zgodnie z wzorem Welch-Salter-
wate'a (równanie G.2b w publikacji [2]), sprowadza
się do postaci:

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{2 \cdot u_c^4}{u_6^4} \quad (3)$$

gdzie: u_c – złożona niepewność standardowa wyzna-
czenia wartości pola wzorcowego, u_6 – składowa nie-
pewności związana z pomiarem napięcia.

Metoda wzorcowania nr 2

W tej metodzie nie wykonuje się pomiarów w losowych punktach w ramach stabilnego wskazania

przyrządu wzorcowanego, ale w punktach określo-
nych granicami stałego wskazania (rys. 1). Definiujemy
w ten sposób punkt H_d (zwany dolnym), określający
wartość graniczną pola wzorcowego, przy której na-
stępuje zmiana wskazania miernika cyfrowego na
mniejsze, niż jest to określone przez punkt pomiaro-
wy oraz punkt H_g (zwany górnym), określający war-
tość graniczną pola wzorcowego, przy której nastę-
puje zmiana wskazania na większe, niż jest to
określone przez punkt pomiarowy. Dla przyrządów
analogowych granicę przejścia wskazania trzeba przy-
jąć umownie (np. punkt dolny może określać zetknię-
cie się lewej krawędzi wskazówki z lewą krawędzią
kreski na podziałce). Równanie błędu pomiaru dane
jest wzorem:

$$\Delta H = H_{ws} - H_{pop} = H_{ws} - \left(\frac{H_d + H_g}{2} \right) \quad (4)$$

gdzie: dane H_d i H_g są równaniem (1) z wartościami
 V_d i V_g , określającymi dolną i górną granicę.

Można zauważyć, że wartość poprawna zdefinio-
wana równaniem (1) dla tej metody nie jest już punk-
tem, ale przedziałem, tak więc błąd również powin-
nien być przedziałem. Ponieważ w świadectwach
wzorcowania GUM podaje się błąd w postaci pojedy-
nczej liczby, w równaniu (4) przyjęto arbitralnie,
że wartością poprawną jest środek przedziału pomię-
dzy H_d i H_g . Powoduje to, że do obliczania złożonej
niepewności standardowej błędu należy podzielić
składowe na dwie grupy, z których jedna będzie nie-
zależna, a druga będzie zależna od pomiaru V .
Należy również obliczać osobno niepewności rozsze-
rzone wyznaczenia wartości H_d i H_g , a także niepew-
ność błędu, która nie jest zwykłą średnią arytmetycz-
ną niepewności rozszerzonych H_d i H_g , ale osobno
policzoną dla średniej wartości pola. Składnik nie-
pewności proporcjonalny do odchylenia standardo-
wego został zastąpiony składnikiem proporcjonal-
nym do rozdzielczości nastawy wartości wzorcowej
(w tym przypadku jest to ΔV , równa rozdzielczości
zasilacza).

W budżecie niepewności dla tej metody wszyst-
kie składowe mają rozkład prostokątny i można by je
szacować tylko metodą typu B. Jednak, aby zagwa-
rantować powtarzalność wyników, dodano nową skła-
dową niepewności, proporcjonalną do szerokości mak-
symalnego rozrzutu zmierzonych punktów. Włączenie
metody typu A wymusza jednak wykonanie serii n
pomiarów dla dolnego i n dla górnego punktu,

co razem oznacza konieczność wykonania $2n$ pomiarów na każdy punkt pomiarowy.

Podobnie jak w metodzie poprzedniej zakłada się, że liczby stopni swobody wszystkich składowych dążą do nieskończoności, z wyjątkiem składowej, proporcjonalnej do rozdzielczości nastawy wartości wzorcowej, której liczbę stopni swobody oblicza się z wzoru (G.3) przedstawionego w publikacji [2]. Ostatecznie wypadkowa liczba stopni swobody w metodzie nr 2 przyjmuje postać:

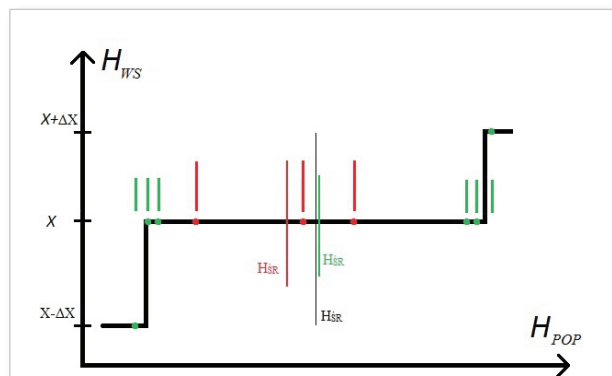
$$v_{\text{eff}}(x) = \frac{u_c^4(V_x) \cdot 2 \cdot \Delta V^2}{u_1^4 \cdot \Delta_{\text{wolt}}^2} \quad (5)$$

gdzie: x oznacza punkt dolny lub górny, u_1 – składową niepewności związaną z ΔV , ΔV – rozdzielczość nastawy wartości napięcia, Δ_{wolt} – rozdzielczość woltomierza.

Porównanie

Rys. 1 obrazuje różnicę dobierania punktów pomiarowych. Metodą nr 1 mierzy się n losowych punktów w granicach całej strefy stabilnego wskazania, a położenie środka przybliży się wartością oczekiwaną z rozkładu normalnego tych punktów. Jak widać błąd dla małych n może być duży. Metodą nr 2 mierzy się natomiast określone punkty leżące na skraju strefy, tak więc błąd nawet dla małych n (nawet równy jeden) będzie mniejszy.

W trakcie przygotowywania tej publikacji przeprowadzono pomiary na sześciu analogowych oraz czterech cyfrowych miernikach natężenia pola mag-



Rys. 1 Pomiary idealnego miernika cyfrowego metodami nr 1 (kreski dłuższe) oraz nr 2 (kreski krótsze). Zaznaczono też wartości średnie H : poprawną (kreska najdłuższa) i wyznaczone metodami nr 1 i 2.

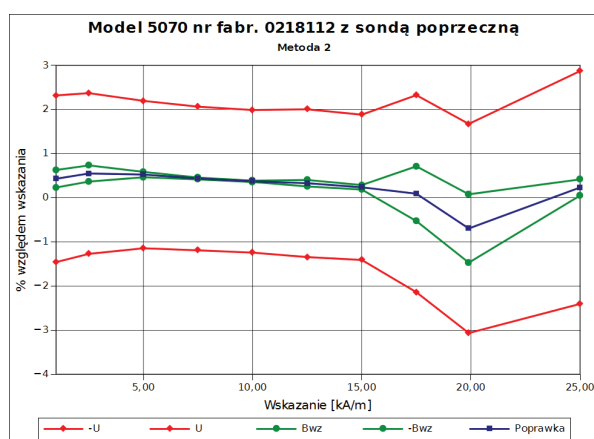
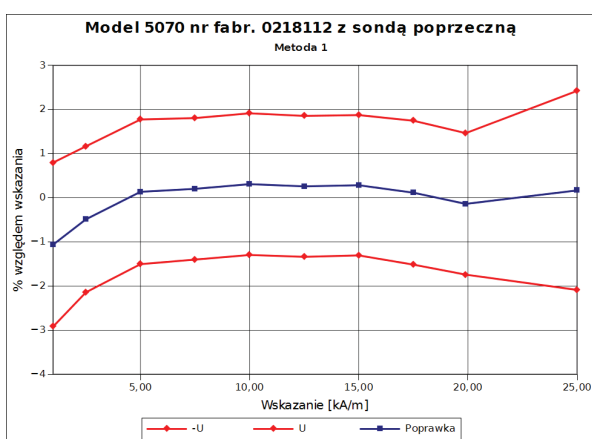
oprac. własne

netycznego i indukcji, stosując obie metody, przeprowadzając pomiar 115 punktów pomiarowych. Dla porównania przeprowadzono test zgodności w granicach niepewności ze współczynnikiem równoważności E , danym wzorem:

$$E = \frac{H_{M2} - H_{M1}}{\sqrt{U_{M1}^2 + U_{M2}^2}} \quad (6)$$

gdzie: H_{M1} – wartość poprawna wyznaczona metodą nr 1, H_{M2} – wartość średnia z granic wartości poprawnych wyznaczonych metodą nr 2, U_x – niepewność wyznaczenia wartości poprawnej daną metodą.

Stwierdzono, że $|E|$ nie przekracza wartości 0,66 (z czego 55 % wyników nie przekracza wartości 0,15), z wyjątkiem jednego punktu o wartości pola bliskiej



Rys. 2 Wzorcowanie miernika 5070 za pomocą metody nr 1 i nr 2 w zakresie od 1 kA/m do 25 kA/m

oprac. własne

zeru. We wzorze (6) przyjęcie H_{M2} jako wartości średniej z granic przedziału wartości poprawnej jest równoznaczne z przyjęciem założenia, iż rozkład wartości mierzonej jest rozkładem symetrycznym względem środka strefy stabilnego wskazania. Ponadto przy poprawnie działającym przyrządzie szerokość strefy stabilnego wskazania powinna odpowiadać rozdzielczości. Te założenia nie zawsze są jednak spełnione, co daje się zaobserwować porównując obie metody. W takich przypadkach $|E|$ może być większy niż 1, pomimo iż spełnione jest równanie $H_{M2}^d < H_{M1} < H_{M2}^s$. We wspomnianym wcześniej, zaobserwowanym tego typu przypadku, przyczyną okazała się, zaobserwowana metodą nr 2, strefa nieczułości mechanicznej miernika analogowego, wewnątrz której wartość wielkości mierzonej (w tym wypadku indukcji magnetycznej) była zbyt niska, aby pobudzić wskazówkę do ruchu. Spowodowało to, że wartość poprawna pola wyznaczona w metodzie nr 1 była bliska dolnej granicy strefy stabilnego wskazania, wyznaczonej metodą nr 2.

Na rys. 2 zaprezentowano pomiary cyfrowego miernika (model 5070 firmy F. W. Bell), przeprowadzone za pomocą obydwu metod. Widać na nich, że metoda nr 2 dostarcza informacje o przyrządzie, poszerzone o strefę stałego wskazania. Gdy szerokość tej strefy jest wąska, użytkownik przyrządu otrzymuje tyle samo informacji w przypadku obu metod. Jednak, gdy strefa ta jest szeroka, w świadectwie wzorcowania przy użyciu metody nr 1, nie ma informacji o tym, że wartość pola, którą będzie mierzył, może się zmieniać w granicach tej strefy, a jego przyrząd

nie poinformuje go o tym podczas pomiaru (z punktu widzenia wskazania przyrządu wartość pola będzie bowiem stała).

Podsumowanie

Metoda nr 2 ma małą niepewność wyznaczenia środka strefy stabilnego wskazania, nawet dla małych prób statystycznych. Eliminuje przypadkowość doboru punktu i błąd wynikający z mało licznej próby statystycznej. Ponadto, nawet gdyby w metodzie nr 1 ilość pomiarów była równa nieskończoności, to i tak w przypadku zaistnienia sytuacji niesymetrycznego rozkładu wartości mierzonej względem środka strefy stabilnego wskazania, wynik metody byłby niedokładny, co znowu daje przewagę metodzie nr 2. Zaletą metody nr 1 jest to, że wymaga on mniejszej liczby pomiarów oraz to, że każdy pomiar jest wykonywany szybciej (nie jest potrzebna tak duża precyzja), jednak dla małych n , a takich właśnie używa się najczęściej, korzyść ta jest mało znacząca w porównaniu z metodą nr 1.

Literatura

- [1] Fotowicz P., *A method of approximation of the coverage factor in calibration*. Measurement, vol. 35 (2004), s. 251–256.
- [2] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik, Wydanie GUM 1999.
- [3] Instrukcje pomiarowe. Laboratorium pola elektromagnetycznego GUM.

Udział Laboratorium Kąta w projekcie EMRP SIB 58 Angles

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

We wrześniu 2013 roku, w ramach programu EMRP (European Metrology Research Programme), rozpoczął się, trwający trzy lata, projekt SIB58 Angles „Angle Metrology”. Jego celem jest zapewnienie realizacji i rozpowszechnienie jednostki kąta płaskiego, radiana, zgodnie z oczekiwaniami przemysłu i świata nauki, poprzez opracowanie nowych urządzeń oraz innowacyjnych technik pomiarowych. W artykule przedstawiono ogólne założenia projektu, zaprezentowano pakiety robocze, ze szczególnym uwzględnieniem tych pakietów, w których Laboratorium Kąta bierze czynny udział.

The project EMRP SIB 58 Angles “Angle Metrology” started in September 2013. The aim of this project is to ensure the realization and dissemination of the SI angle unit ‘radian’ according to the demands from different levels – from high scientific work to industrial applications through developing facilities and novel methods of calibrations. In this article main purposes of the project will be discussed. Workpackages of the project will be also presented in the paper including those workpackages in which Angle Laboratory takes part.

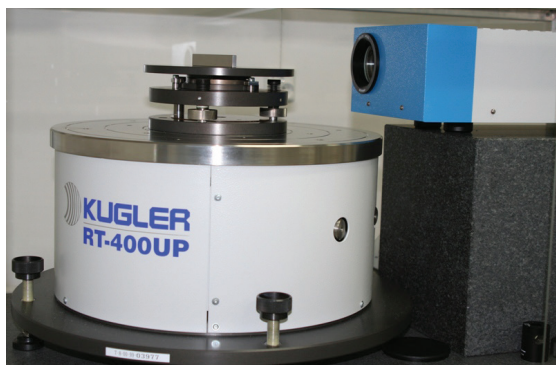
Główne założenia projektu

W Laboratorium Kąta Zakładu Długości i Kąta Głównego Urzędu Miar utrzymywany jest państwowy wzorzec jednostki kąta płaskiego, którego częścią jest stanowisko do odtwarzania jednostki miary poprzez podział kąta pełnego. Składa się ono z precyzyjnego stołu obrotowego o rozdzielczości 0,002” oraz autokolimatora ELCOMAT HRC o rozdzielczości 0,005” (rys. 1) i umożliwia wzorcowanie pryzm wielościennych, płytek kątowych przywieralnych i auto-

kolimatorów z niepewnością rozszerzoną rzędu 0,1”. Parametry metrologiczne i osiągnięte wyniki, potwierdzone m.in. w porównaniach międzynarodowych, lokują to stanowisko w gronie najdokładniejszych.

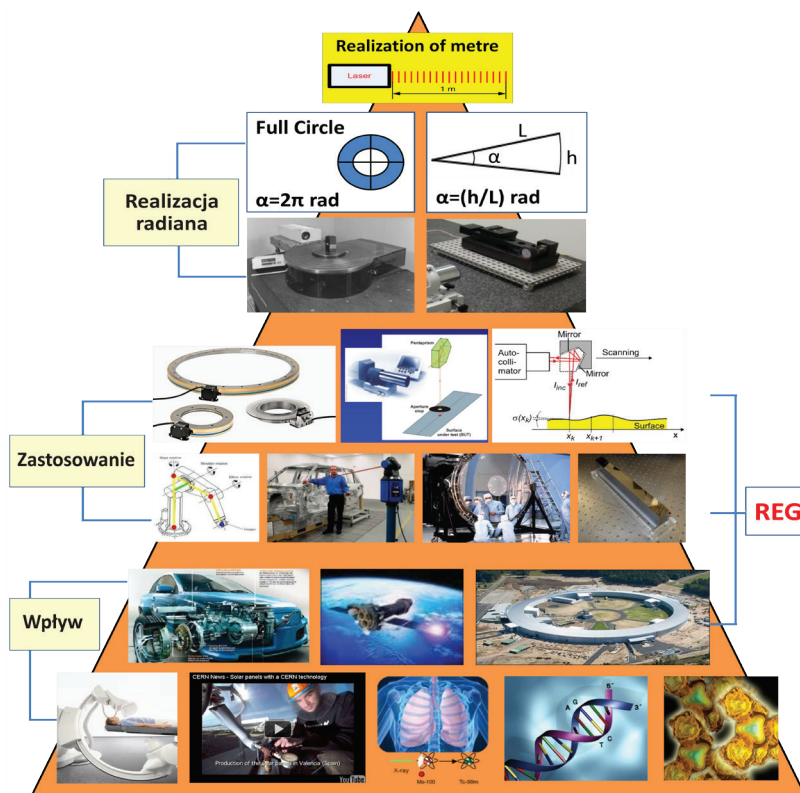
We wrześniu 2013 r., w ramach programu EMRP, rozpoczął się, trwający trzy lata, projekt SIB 58 Angles „Angle Metrology”. W projekcie bierze udział – w różnej formie – 16 laboratoriów – partnerów (14 europejskich oraz 2 pozaeuropejskie). Partnerzy dofinansowani to: TÜBITAK UME (Turcja – koordynator projektu), CEM (Hiszpania), ČMI (Czechy), INRIM (Włochy), IPQ (Portugalia), LNE (Francja), GUM (Polska), MIKES (Finlandia), PTB (Niemcy), SMD (Belgia); partnerzy bez dofinansowania to: AIST (Japonia), KRISS (Korea), FAGOR (Hiszpania), IK4-TEKNIKER (Hiszpania), MWO (Niemcy); partner grantowy to: HZB (Niemcy).

Głównym celem projektu jest rozwój metrologii kąta płaskiego w nauce i przemyśle, poprzez udoskonalanie realizacji i przekazywania jednostki kąta płaskiego (radiana), przy zastosowaniu nowych przyrządów i innowacyjnych technik pomiarowych. Zaawansowana metrologia kąta płaskiego znajduje zastosowanie nie tylko w różnych gałęziach przemysłu (robotyka, automatyka, motoryzacja, medycyna, energetyka itp.), ale także przy pomiarach stałej



Rys. 1. Stanowisko do odtwarzania jednostki kąta płaskiego w zakresie 360°

fot. arch. GUM



Rys. 2. Prezentacja wzorców i przyrządów do pomiarów kątów i ich zastosowań w różnych dziedzinach nauki i przemysłu

oprac. własne

grawitacji G oraz w badaniach przeprowadzanych w centrach synchrotronowych i FEL (free electron lasers), gdzie istnieje konieczność przeprowadzania dokładnych pomiarów kształtu powierzchni precyzyjnych elementów optycznych oraz osiowania tych elementów.

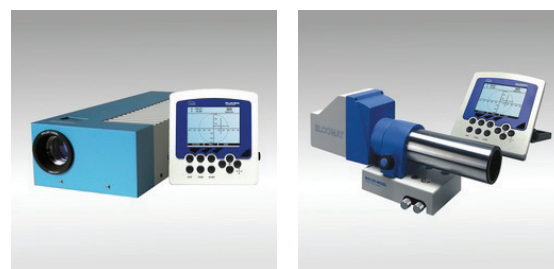
Pakiety robocze

Projekt został podzielony na 6 pakietów roboczych (*workpackages*):

- ♦ WP1 – Charakterystyka metrologiczna autokolimatorów o wysokiej precyzji,
- ♦ WP2 – Zastosowanie autokolimatorów w profilometrii,
- ♦ WP3 – Enkodery kątowe,
- ♦ WP4 – Generatory małych kątów i hybrydowe komparatory kątowe,
- ♦ WP5 – Przekazywanie wiedzy,
- ♦ WP6 – Koordynacja i zarządzanie.

Laboratorium Kąta bierze udział w czterech pakietach roboczych: WP2, WP3, WP5 i WP6.

Pakiet WP1 obejmuje przeprowadzenie prac mających na celu m.in. zbadanie wpływu na wskazania autokolimatora niezwykle trudnych warunków pracy (takich jak małe, rzędu milimetrów, przesłony, krzywizny powierzchni odbijających, zmienna i duża, rzędu pojedynczych metrów, odległość pomiędzy autokolimatorem a powierzchnią odbijającą). Badania tych zagadnień są niezwykle ważne dla laboratoriów metrologicznych w centrach synchrotronowych i FEL. W ramach tego pakietu ma zostać też skonstruowa-



Rys. 3. Autokolimatory fotoelektryczne – ELCOMAT HR i ELCOMAT 3000 – wykorzystywane do badań w ramach projektu EMRP SIB 58 Angles

ne, zrealizowane i przebadane stanowisko umożliwiające wzorcowanie autokolimatorów jednocześnie w dwóch osiach.

Pakiet WP4 obejmuje przeprowadzenie prac nad rozwinięciem zastosowań generatorów małych kątów, realizujących jednostkę kąta płaskiego poprzez stosunek dwóch długości. Celem jest osiągnięcie niepewności pomiaru lepszej niż $0,01''$ (50 nrad), umożliwienie przeprowadzania pomiarów nawet co $0,001''$, znaczne rozszerzenie zakresu pomiarowego, aż do $\pm 3600''$. Zostanie opracowana i przetestowana także nowa metoda wzorcowania autokolimatorów na generatorach małych kątów. Będą również prowadzone badania nad hybrydowymi komparatorami kątowymi. Są to urządzenia łączące w sobie oba sposoby realizacji radiana: jako stosunek dwóch długości i podział kąta pełnego (interferometr kątowy – enkoder).

Pakiet roboczy WP2 wiąże się ściśle z pakietem WP1. Celem tego pakietu jest uzyskanie znaczącego postępu w pomiarach geometrii powierzchni elementów optycznych, stosowanych głównie w centrach synchrotronowych i FEL, za pomocą profilometrów deflektometrycznych. Niepewność pomiaru błędów kształtu i spójność pomiarowa zależą bezpośrednio od wzorcowania oraz charakterystyki metrologicznej autokolimatora, który wraz z pentapryzmą i powierzchnią badaną stanowią komponenty optyczne profilometru tego typu. Prace w ramach tego pakietu obejmują przeprowadzenie przeglądu zastosowań autokolimatorów w profilometrii, scharakteryzowanie wpływu pewnych parametrów opisujących badaną powierzchnię, takich jak współczynnik odbicia i krzywizna na odpowiedź kątową autokolimatora. Głównym zadaniem w tym pakiecie jest skonstruowanie urządzenia i opracowanie metody odtwarzalnego pozycjonowania małych przesłon (o średnicy od $1,5$ mm do $2,5$ mm) w pobliżu badanej powierzchni, w odniesieniu do osi optycznej autokolimatora. Położenie przesłony jest bardzo ważne, aby: – zapewnić równoległość pomiędzy osią przesuwu pentapryzmy i osią optyczną autokolimatora, – zapewnić odtwarzalność wskazań autokolimatorów podczas ich wzorcowania i przy pomiarach z zastosowaniem autokolimatorów, – zwiększyć rozdzielczość stanowiska do pomiarów kształtu powierzchni metodą deflektometryczną. Urządzenie ma zapewnić odtwarzalność pozycjonowania przesłon w granicach $0,1$ mm. W tym zadaniu Laboratorium Kąta bierze czynny udział. W pierwszej fazie zostały zebrane kon-



Rys. 4. Inkrementalny enkoder kątowy RON 905

cepcje, jak takie urządzenie powinno wyglądać i na jakiej zasadzie powinno pracować. Dalszym krokiem będzie skonstruowanie urządzenia, a następnie przeprowadzenie porównań polegających na wykonaniu wzorcowania autokolimatorów na różnych stanowiskach, w tym m.in. na stanowisku GUM, z zastosowaniem małych przesłon i nowego urządzenia.

Pakiet roboczy WP3 to pakiet poświęcony enkoderom kątowym i precyzyjnym stołom obrotowym. W pakiecie tym jest aż siedem zadań, z czego w pięciu bierze udział Laboratorium Kąta.

Zadania pakietu

- ▶ Przegląd istniejących zastosowań enkoderów kątowych, metody ich wzorcowania, zebranie dostępnej dokumentacji, przewodników, procedur pomiarowych, danych dotyczących ich zakresów pomiarowych, rozdzielczości i dokładności.
- ▶ Opracowanie nowych metod wzorcowania stołów obrotowych z zamontowanym w nich jednogłowicowym enkoderem kątowym. Nowe metody mają zapewnić niepewność pomiaru mniejszą niż $0,01''$ ($k = 2$). Jest to ważne zadanie ze względu na to, iż tylko kilka instytutów metrologicznych posiada stoły obrotowe z zamontowanym enkoderem, wykonanym na specjalne zamówienie i posiadającym kilka głowic pomiarowych (np. PTB, LNE, AIST). Instytuty te osiągają na swoich stołach obrotowych niepewności pomiaru rzędu $0,01''$. Pozostałe ośrodki (np. GUM, TUBITAK, IPQ, CEM) mają stoły obrotowe z wbudowanym enkoderem jednogłowicowym. Komercyjne enkodery dwugłowicowe dopiero zaczynają pojawiać się na rynku.
- ▶ Opracowanie nowej metody wzorcowania autokolimatorów przy zastosowaniu stołów obroto-

wych – metoda wykorzystująca tzw. *shearing techniques*.

W ramach tego zadania, w pierwszej kolejności opracowana została procedura opisująca ideę oraz sposób przeprowadzenia pomiarów. W kolejnych etapach, każde z laboratoriów, biorących udział w tym zadaniu, przeprowadzi wzorcowanie autokolimatorów metodą opracowaną na swoim stanowisku. Oszacowany będzie budżet niepewności w podejściu klasycznym i za pomocą symulacji Monte Carlo. Efektem końcowym tego zadania będzie opracowanie i wydanie przewodnika, dotyczącego wzorcowania autokolimatorów z małą niepewnością, za pomocą precyzyjnych stołów obrotowych.

- ▶ Przeprowadzenie badań dotyczących wzorcowania komercyjnie dostępnych enkoderów kątowych za pomocą drugiego enkodera jako wzorca. Podczas wzorcowania enkoderów za pomocą enkodera wzorcowego bezpośrednią metodą porównawczą, pojawia się problem związany ze sprzężeniem obu enkoderów – badanego z wzorcowym. W przypadku, gdy pojawia się kąt pomiędzy osiami obrotu obu enkoderów (nierównoległość powierzchni pomiarowych enkoderów) lub niewspółosiowość, powstają pewne błędy systematyczne, które mają duży wpływ na wyniki pomiarów. Można je wyeliminować bądź osłabić ich wpływ, przeprowadzając pomiary w relatywnych położeniach jednego enkodera względem drugiego. Pojawia się problem, jak zapewnić takie same warunki metrologiczne (ustawienie i powtarzalność warunków) w różnych położeniach enkoderów, i jaki to będzie miało wpływ na wyniki pomiarów. W ramach tego zadania zostaną przeprowadzone badania wpływu poszczególnych czynników, możliwości ich eliminacji lub zminimalizowania, jak również ich udział w budżecie niepewności. Efektem końcowym będzie opracowanie i wydanie przewodnika, obejmującego także zalecenia dotyczące osiowania i adjustacji układu przed przystąpieniem do pomiarów.
- ▶ Nowe metody lepszej interpolacji sygnału enkoderów kątowych. Podstawowa rozdzielczość enkodera kąтового jest określona przez liczbę linii na dysku enkodera. Sygnały otrzymywane z takich linii są inter-

polowane w celu osiągnięcia większej rozdzielczości. Proces interpolacji jest obciążony błędami systematycznymi. W ramach tego zadania będą prowadzone badania dotyczące przetwarzania sygnałów wychodzących z enkodera. Laboratorium Kąta, razem z TUBITAK i CEM, podejmie próbę scharakteryzowania błędów interpolacji przy zastosowaniu metody „shearing techniques”.

Dwa pozostałe zadania w pakiecie roboczym WP3 są realizowane przez innych partnerów. Dotyczą one budowy nowego stołu obrotowego w oparciu o enkoder obrotowy, przy zastosowaniu dwóch głowic (stałej i ruchomej), mającego błędy mniejsze niż 0,01”, wykonania wzorcowania autokolimatorów i enkoderów jednogłowicowych na tym stanowisku oraz badań dotyczących wzorcowania stołów obrotowych z enkoderem kątowym wielogłowicowym.

Praca w pakietach WP5 i WP6 jest obowiązkowa dla wszystkich partnerów projektu. Celem pakietu WP5 jest rozpowszechnienie metod, procedur, urządzeń opracowanych w tym projekcie. Będzie to realizowane poprzez publikacje naukowe, referaty na różnego rodzaju warsztatach i konferencjach naukowych, przewodniki opisujące nowe metody pomiarowe oraz stronę internetową.

Pakiet WP6 dotyczy zarządzania projektem. Prace w tym pakiecie związane są głównie z dokumentami, które każdy uczestnik projektu jest zobowiązany wypełniać (np. raporty okresowe z prac oraz raport końcowy), a także z organizacją i udziałem w cyklicznych spotkaniach roboczych.

Literatura

- [1] Geckeler R. D., Just A., Krause M. and Yashchuk V. V., *Autocollimators for deflectometry: current status and future progress*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 616 (2010).
- [2] Yandayan T., Akgoz S. A., Asar M., *Calibration of high-resolution electronic autocollimators with demanded low uncertainties using single reading head angle encoders*, Measurement Science and Technology, 25 (2014).
- [3] Siewert F., Buchheim J., Hoff T., Fiedler S., Bourenkov G., Cianci M., Signorato R., *High angular resolution slope measuring deflectometry for the characterization of ultra-precise reflective x-ray optics*, Measurement Science and Technology, 23 (2012).

Projekt EMRP JRP ENV07 Metrologia dla meteorologii zakończony

Autorzy i uczestnicy projektu

prof. dr hab. Anna Szmyrka-Grzebyk (INTiBS), **Elżbieta Grudniewicz** (GUM)

dr Agnieszka Grykałowska, dr Aleksandra Kowal, dr inż. Bartosz Kołodziej (Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Wł. Trzebiatowskiego, PAN, Wrocław)

Andrzej Welna, Marek Kozicki, Barbara Wiśniewska (Zakład Fizykochemii, GUM)

W związku z obserwowanymi zmianami klimatu Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) podjęła decyzję o przystąpieniu w 2010 r. do międzynarodowego porozumienia CIPM MRA. Spodziewanym efektem tego porozumienia jest poprawa oceny parametrów klimatu poprzez poprawę wiarygodności wyników pomiaru i związanych z nimi niepewności. Projekt JRP ENV07 MeteoMet, realizowany w ramach Europejskiego Programu Badawczo-Rozwojowego w Dziedzinie Metrologii, jest odpowiedzią na to wyzwanie. Projekt koncentruje się na spójności pomiarów parametrów klimatu. W artykule przedstawiono genezę projektu, główne zagadnienia, jakim był on poświęcony oraz omówiono udział polskich instytucji zaangażowanych w realizację projektu.

The observed changes in climate led to the participation of the World Meteorological Organization (WMO) in an international agreement of the CIPM MRA. The expected result of an agreement, signed by the WMO in 2010, is to improve the assessment of climate parameters by improving the reliability of the measurement results and associated uncertainties. The project JRP ENV07 MeteoMet, implemented within the European Metrology Research Programme, is the answer to this challenge. The project is focused on the measurement traceability of climate parameters. The paper presents the genesis of the project, the main issues dedicated to the project as well as is discussed the participation of Polish institutions involved in the project.

34

Wstęp

We wrześniu 2014 r. dobiegła końca realizacja jednego z największych projektów Europejskiego Programu Badawczo-Rozwojowego w Dziedzinie Metrologii – „EMRP ENV07 Metrologia ciśnienia, temperatury, wilgotności i prędkości powietrza w atmosferze. Metrologia dla meteorologii o akronimie MeteoMet.” Czas na podsumowanie. W niniejszej pracy przedstawiono pokrótce genezę projektu, omówiono główne cele i zadania, udział Polski w realizacji projektu, efekty oraz oddziaływanie na środowisko w przyszłości.

Geneza projektu

Na początku kwietnia 2010 r. Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO – World Meteorological Organization) podpisała porozumienie CIPM MRA – „Wzajemne uznawanie wzorców, świadectw wzorcowania i świadectw pomiaru”, zobowiązując się tym samym do zapewnienia spójności pomiarowej w me-



teologii z państwowymi wzorcami jednostek miar. Natychmiastową reakcją środowiska metrologów była rekomendacja Komitetu Doradczego Termometrii (CCT), sformułowana na XXV posiedzeniu w maju 2010 r. Komitet zalecił Krajowym Instytucjom Metrologicznym (NMIs) nawiązanie aktywnej współpracy z instytucjami meteorologicznymi. Niezwykle szybko po posiedzeniu CCT – w czerwcu 2010 r. na odbywającym się w Słowenii sympozjum TEMPMEKO 2010 – Instytut Metrologii w Turynie (INRiM) przed-

stawił propozycję projektu „Metrologia dla meteorologii”, zapraszając do jego realizacji szerokie grono metrologów, w tym także pracowników INTiBS, który z kolei zaproponował wspólną realizację projektu z GUM oraz Uniwersytetem Wrocławskim.

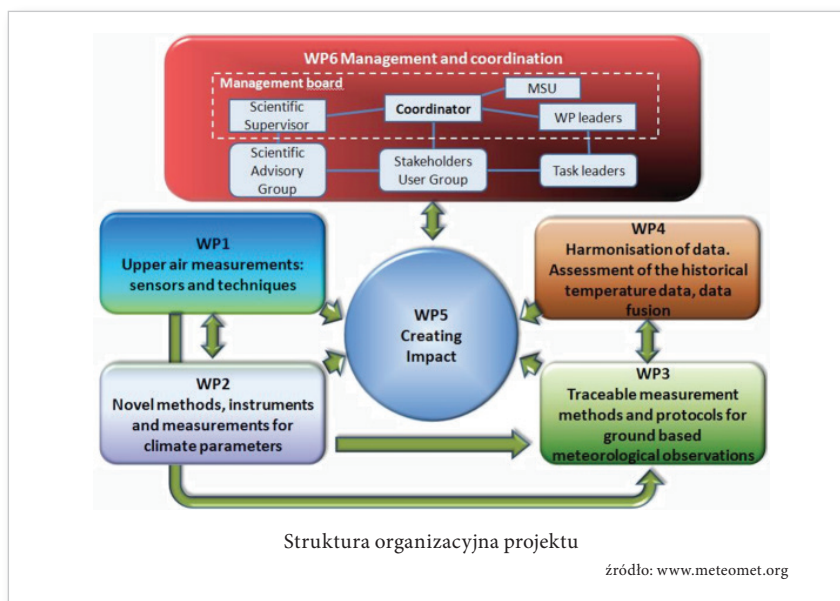
Wniosek był realizowany jako projekt EMRP – JRP ENV07, zyskując akceptację EURAMET-u, który w dziedzinie metrologii reprezentuje Komisję Europejską. Całkowity koszt projektu został skalkulowany na kwotę przekraczającą 4 mln euro, przy czym dotacja z UE wynosiła 45,6 %. W realizacji projektu brało udział

18 europejskich instytutów metrologicznych z unijnym dofinansowaniem, a także 3 instytuty uniwersyteckie oraz kilkadziesiąt instytucji meteorologicznych bez finansowania. Polska reprezentowana była w projekcie przez Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN (INTiBS) (*founded partner*), Główny Urząd Miar (*founded partner*) i Zakład Klimatologii i Ochrony Atmosfery Uniwersytetu Wrocławskiego (*non-founded partner*). Koordynatorem projektu został Andrea Merlone z INRiM. Realizację projektu rozpoczęto 1 października 2011 r.

Cele i zadania

Projekt koncentrował się na identyfikacji problemów pomiarowych decydujących o ocenie zmian klimatycznych, przede wszystkim dotyczących pomiarów temperatury, ciśnienia, wilgotności, prędkości i kierunku wiatru przy powierzchni ziemi oraz w górnych warstwach atmosfery, a także odnoszących się do wzajemnego oddziaływania mierzonych wielkości. Założeniem projektu było osiągnięcie wiarygodnych danych meteorologicznych z wyznaczonym dla nich budżetem niepewności pomiarów oraz dokonanie interpretacji historycznych danych pomiarów temperatury [1–5]. W projekcie skupiono się przede wszystkim na kilku podstawowych w metrologii zagadnieniach:

- zdefiniowaniu wzorców pomiarowych,
- zapewnieniu spójności pomiarowej z państwowymi wzorcami jednostek miar,



- opracowaniu procedur wzorcowania przyrządów pomiarowych, w tym stacji pogodowych i radiosond,
- oszacowaniu niepewności pomiarów,
- ocenie poprawności pozyskiwanych danych pomiarowych,
- doskonaleniu jakości, ciągłości i spójności danych, także w odniesieniu do danych historycznych.

Efektom końcowym projektu miało być opracowanie wspólnej europejskiej strategii, podejścia do zagadnień metrologicznych w meteorologii poprzez nawiązanie i zacieśnienie współpracy między środowiskiem metrologów i meteorologów, z ambitnym planem zbudowania europejskiego centrum doskonałości dla monitorowania zmian parametrów meteorologicznych.

Projekt był podzielony na cztery zadania badawcze:

- WP 1: Pomiary górnych warstw atmosfery – czujniki i techniki pomiarowe,
- WP 2: Nowe metody pomiarowe i narzędzia do badań parametrów klimatu,
- WP 3: Spójne metody pomiarowe i formularze protokołów naziemnych obserwacji meteorologicznych,
- WP 4: Harmonizacja danych. Ocena miarodajności historycznych wyników pomiarów temperatury,

oraz dwa organizacyjne:

- WP 5: Rozpowszechnianie rezultatów projektu,
- WP 6: Zarządzanie i koordynacja.

Udział polskich instytucji w realizacji projektu

Polskie instytucje zaangażowane były przede wszystkim w realizację pakietów prac WP 2 i WP 3.

W pakiecie 2 zaplanowano prace nad uzyskaniem nowych danych stwarzających możliwość poprawy dokładności równań nasyconej pary wodnej w zakresie temperatury od $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. W realizacji tego zadania aktywnie uczestniczył Główny Urząd Miar. Wyniki tych badań prezentowane były zarówno na konferencjach krajowych [6–12], jak i zagranicznych [7, 13–15]. W realizacji poszczególnych części zadania, obok GUM, brały udział także instytuty metrologiczne i uniwersyteckie z Anglii, Francji oraz Szwecji.

Grupa tematyczna WP 3 dotyczy najszerszego zakresu działań projektu, prowadzonych przez liczną grupę partnerów – zarówno europejskie krajowe instytuty metrologiczne, jak i instytuty uniwersyteckie, a także instytuty meteorologiczne. W skład niniejszego pakietu zadań wchodziło udoskonalenie spójnych metod pomiarowych i dokumentacji dla pomiarów temperatury, wilgotności, ciśnienia i prędkości wiatru w pomiarach naziemnych, niezbędnych w długoterminowych badaniach meteorologicznych. Prace koncentrowały się przede wszystkim na pomiarach wykonywanych w stacjach pogodowych.

W pierwszym etapie realizacji tego zadania, po nawiązaniu współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, strona polska opracowała bazę danych dla naszego kraju. W bazie tej znajdowały się takie informacje, jak:

- lokalizacja i właściciele stacji pogodowej,
- stosowane czujniki (typy, modele, producenci, zakresy pracy, rozdzielczość),
- osiągnięta niepewność pomiaru,
- częstotliwość pomiarów,
- oprogramowanie komputerowe.

Po przedstawieniu obszernego raportu z terenu Polski, najpierw powierzono nam opracowanie ankiety skierowanej do europejskich instytucji meteorologicznych, a następnie podobnej

bazy danych dla obszaru całej Europy. Z zadania tego wywiązaliśmy się w sposób satysfakcjonujący. Opracowany raport powinien pozwolić na obiektywne określenie stanu europejskich stacji meteorologicznych oraz przyczynić się do wypracowania kierunków dalszego ich rozwoju i modernizacji.

Innym istotnym zadaniem w grupie tematycznej WP 3, realizowanym w dużym stopniu także przez polskie instytucje, było opracowanie metod wzorcowania zintegrowanych czujników temperatury, wilgotności i ciśnienia, stosowanych w stacjach pogodowych [11, 12, 14, 15]. Warunki eksploatacyjne czujników pogodowych różnią się znacznie od typowych warunków wzorcowania w laboratorium pomiarowym, niezbędne więc było opracowanie nowych metod i stanowisk pomiarowych do wzorcowania takich czujników. Metody te muszą zapewnić wiarygodne przeniesienie jednostki miary mierzonej wielkości z wzorców najwyższej dokładności do stosowanych w praktyce meteorologicznej czujników pomiarowych. Podczas opracowywania propozycji metod wzorcowania i sprawdzania parametrów czujników meteorologicznych instytuty metrologiczne współpracowały z instytutami meteorologicznymi dysponującymi ogromną bazą danych i wieloletnim doświadczeniem pomiarowym w terenie. Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na opracowanie założeń optymalnej procedury wzorcowania stacji meteorologicznych, która ma być spójna dla całego kontynentu.



Spotkanie członków polskiego konsorcjum MeteoMet w obserwatorium Meteorologicznym Uniwersytetu Wrocławskiego

fot. B. Wiśniewska

Ważnym dla całego projektu zadaniem był pakiet WP 4 – Rozpowszechnianie rezultatów projektu. Jego podstawowym celem było nawiązanie współpracy europejskich NMI z krajowymi instytutami meteorologicznymi, innymi kluczowymi organizacjami meteorologicznymi i stowarzyszeniami pokrewnymi na terenie poszczególnych krajów. Bez nawiązania takiej współpracy same organizacje metrologiczne nie byłyby w stanie sprostać postawionym wyzwaniom. Jednym z istotnych celów projektu jest przekazanie osiągniętych wyników szerokiemu spektrum zain-

teresowanych instytucji oraz wdrożenie ich do praktyki wypracowanych metod i systemów pomiarowych. Istotne jest, by wypracowane przez środowisko metrologów zasady pomiarów, zapewnienie spójności pomiarowej mierzonych wielkości z najwyższej dokładności wzorcami tych wielkości (wzorcami państwowymi), nadzór nad wyposażeniem, wdrożone zostały w europejskich instytutach meteorologicznych. W tym celu odbyło się wiele regionalnych i międzynarodowych spotkań, seminariów, a także szkoleń dla zainteresowanych jednostek.

W Polsce środowisko metrologów realizujących projekt, już na etapie przygotowania, nawiązało współpracę z Zakładem Klimatologii i Ochrony Atmosfery Uniwersytetu Wrocławskiego. Włączenie się uniwersytetu do JRP ENV07 MeteoMet miało bardzo istotne znaczenie dla realizacji projektu w Polsce. Wrocławska uczelnia była pierwszym ogniwem w kontaktach ze środowiskiem polskich meteorologów.

Nawiązano też owocną współpracę z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) w Warszawie. Pracownicy instytutów metrologicznych wielokrotnie uczestniczyli w spotkaniach naukowych IMGW, powiązanych z tematyką projektu, mieli też okazję do przedstawienia założeń projektu MeteoMet polskim służbom meteorologicznym. Prace IMGW z zakresu metrologii prezentowano na krajowym Kongresie Metrologii [16, 17] oraz na międzynarodowym symposiumie TEMPMEKO 2013 w Portugalii [18].

Projekt MeteoMet bez wątpienia stał się czynnikiem konsolidującym środowisko polskich metro-



Uczestnicy seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”.

fol. L. Lipiński

gów i meteorologów, dając silne argumenty do podtrzymywania i rozwijania nawiązanej współpracy. W ramach zaplanowanych działań rozpowszechniania rezultatów projektu MeteoMet w czerwcu 2014 r. zorganizowano seminarium *Problemy pomiarów w meteorologii*, w którym uczestniczyło kilkadziesiąt osób związanych z badaniami paramentów pogody, także z polskich uczelni.

Osiągnięte efekty

Podstawowym, istotnym efektem aktywności wynikającej z realizacji projektu MeteoMet, jest nawiązanie współpracy między środowiskami metrologów i meteorologów na różnych poziomach, poczynając od współpracy między BIPM i WMO, poprzez współpracę regionalnych organizacji działających na kilku kontynentach, a kończąc na bliskiej współpracy obu środowisk w poszczególnych krajach europejskich. Do sterowania przebiegiem współpracy komitet CCT powołał grupę roboczą *Environment*, kierowaną przez koordynatora projektu MeteoMet, Andreę Merlone.

Każdy pakiet zadań dostarczył wielu nowych wyników badań naukowych, udokumentowanych w licznych publikacjach. Dokonano przeglądu stanu stacji meteorologicznych w poszczególnych krajach europejskich, a także stosowanych tam metod pomiarowych i czujników. Przeprowadzono ocenę historycznych wyników pomiarów temperatury, opracowano szeroko dostępną bazę danych, wypracowano projekt procedury wzorcowania i sprawdzania czujników me-

teorologicznych – łącznie z budżetem niepewności pomiaru – w warunkach laboratoryjnych i *in situ* w stacjach meteorologicznych pracujących w warunkach ekstremalnych. Do tego celu zostało zbudowane mobilne stanowisko pomiarowe *Eddie*. Projekt zapoczątkował działania mające na celu tworzenie nowoczesnych wzorców pomiarowych wielkości fizycznych, stosowanych do monitorowania warunków środowiskowych i obserwacji warunków oraz zmian klimatycznych [19].

Podsumowania osiągniętych efektów dokonano na posiedzeniu finalnym w Brdo (Słowenia) we wrześniu 2014 r. Posiedzenie to było połączone z warsztatami *International Workshop on Metrology for Meteorology and Climate MMC 2014*. W warsztatach – oprócz przedstawicieli instytucji realizujących projekt – uczestniczyło kilkadziesiąt osób reprezentujących środowiska meteorologiczne z całego świata. Kolejne MMC 2016 odbędzie się w Zakopanem, jako impreza satelitarna sympozjum TEMPMEKO 2016, której organizację powierzono Polsce.

Jeszcze przed zakończeniem projekt *MeteoMet* uzyskał wysoką ocenę Komitetu EMRP i Rady Naukowej, które w 2013 r. nominowały A. Merlone do nagrody *EURAMET Impact Prize*, przyznawanej za szczególnie zaangażowanie w realizację projektów JRP lub naukowych grantów REG. Pozytywna ocena projektu *MeteoMet*, a także potrzeba dalszych badań, wpłynęły na decyzję o przygotowaniu kolejnego projektu w ramach EMRP: JRP ENV58 *MeteoMet2 Metrology for Essential Climate Variables* (Metrologia kluczowych zmiennych klimatycznych), którego realizacja rozpoczęła się 1 października 2014 r.

Efektom nie do przecenienia w przypadku projektu realizowanego na wyjątkowo szeroką skalę jest dostęp, na równych prawach, wszystkim realizatorów do uzyskiwanych wyników badań i do ich wykorzystania na wspólnie uzgodnionych zasadach.

Jako referencje do niniejszej pracy przedstawiono wykaz publikacji i doniesień konferencyjnych, których autorami lub współautorami są pracownicy polskich instytucji realizujących projekt.

Podsumowanie

Trzy lata temu kontakty i wspólne działania metrologów, meteorologów, naukowców, producentów aparatury pomiarowej oraz praktyków wyraźnie po-

kazały jak ważna, a wręcz niezbędna jest współpraca różnych środowisk, by przekazywane informacje o zjawiskach pogodowych były prawdziwe, rzetelne, jednoznaczne i obciążone jak najmniejszym błędem. Pierwszy krok został uczyniony. W zakończonym już projekcie *MeteoMet* każdy poszczególny pakiet zadań dostarczył wielu nowych wyników badań naukowych, przedstawionych w licznych publikacjach, spośród których aż w 19 współautorami są pracownicy polskich instytucji. Omawiana problematyka badawcza wymaga wieloletniej kontynuacji, zarówno w skali europejskiej, jak i globalnej, będzie więc nadal rozwijana w ramach inicjatyw europejskich, takich jak EMPIR czy Horyzont 2020.

Praca finansowana jest ze środków UE przeznaczonych na realizację projektu EMRP – JRP ENV07 oraz ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2012–2014.

Literatura

- [1] **Szmyrka-Grzebyk A.**, *Geneza i założenia projektu MeteoMet; Ogólnopolskie seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”*, Wrocław, 2014.
- [2] Merlone A., Lopardo G., Bell S., Benyon R., Bergerud A. R., Boese N., Brunet M., Deboli R., Dobre M., Garcia Izquierdo C., Georgin E., **Grudniewicz E.**, Heinonen M., Hudoklin D., Klason P., von Holstein-Rathlou C., Johansson J., Kaykısızlı H., Melvad C., **Migała K.**, Knorova R., Saathoff H., Smorgon D., Sparasci F., Strnad R., **Szmyrka-Grzebyk A.**, Vuillermoz E., *A new challenge for meteorological measurements: the “MeteoMet” PROJECT – Metrology for Meteorology; ITS’9 International Temperature Symposium, Disneyland, 2012.*
- [3] Merlone A., Lopardo G., Bell S., Benyon R., Bergerud A. R., Boese N., Brunet M., Deboli R., Dobre M., Garcia Izquierdo C., Georgin E., **Grudniewicz E.**, Heinonen M., Hudoklin D., Klason P., von Holstein-Rathlou C., Johansson J., Kaykısızlı H., Melvad C., **Migała K.**, Knorova R., Saathoff H., Smorgon D., Sparasci F., Strnad R., **Szmyrka-Grzebyk A.**, Vuillermoz E., *A new challenge for meteorological measurements: the “MeteoMet” PROJECT – Metrology for Meteorology; WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation WMO-CIMO TEKO 2012, Bruksela, 2012.*
- [4] García Izquierdo C., Bertiglia F., Benyon R., del Campo D., Dobre M., Fernicola V., Hudoklin D., **Grudniewicz E.**, Heinonen M., Holmsten M., von Holstein-Rathlou C., Johansson J., Kaykısızlı H., Lopardo G., Melvad C., Merrison J., **Migała K.**, Piccato A., Spazzini P., **Szmyrka-Grzebyk A.**, Ruiz S., Merlone A., *Traceability*

- of ground-based meteorological surface temperature measurements*; WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation WMO-CIMO TEK0 2012, Bruksela, 2012.
- [5] Merlone A., Lopardo G., Bell S., Benyon R., Bergerud A. R., Boese N., Brunet M., Deboli R., Dobre M., Garcia Izquierdo C., Georgin E., **Grudniewicz E.**, Heinonen M., Hudoklin D., Klason P., von Holstein-Rathlou C., Johansson J., Kaykısızlı H., Melvad C., **Migała K.**, Knorova R., Saathoff H., Smorgon D., Sparasci F., Strnad R., **Szmyrka-Grzebyk A.**, Vuillermoz E., *A new challenge for meteorological measurements: the "MeteoMet" PROJECT – Metrology for Meteorology*; European Conference on Applied Climatology ECAC, Łódź, 2012.
- [6] **Szmyrka-Grzebyk A., Kowal A., Grykałowska A.**, *Metrologia dla Meteorologii*; Warsztaty Udział Polski w programach metrologicznych – EMRP i EMPIR, Warszawa, 2013.
- [7] **Szmyrka-Grzebyk A., Merlone A., Flakiewicz K., Grudniewicz E., Migała K.**, *Metrology for pressure, temperature, humidity and airspeed in the atmosphere*; XIV Krajowa i V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Metrologia w Technikach Wytwarzania”, Warszawa-Pułtusk, 2011; Journ. of Automation, Mobile Robotics&Intelligent Systems – JAMRIS, vol. 6, no 3, pp. 56-60, editor –PIAP, Warszawa, 2012.
- [8] **Grudniewicz E.**, *Zapewnienie spójności pomiarowej w dziedzinie temperatury*; Ogólnopolskie seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”, Wrocław, 2014.
- [9] **Jarosz R., Flakiewicz K., Zagożdżon M., Wiśniewska I., Krawczyk M.**, *Prace badawcze dla parametrów klimatu – wilgotność względna*; Ogólnopolskie seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”, Wrocław, 2014.
- [10] **Grykałowska A., Kowal A., Szmyrka-Grzebyk A.**, *Udział Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN w realizacji projektu MeteoMet „Metrologia ciśnienia, temperatury, wilgotności i prędkości powietrza w atmosferze*; PPM 2014 Podstawowe Problemy Metrologii, Kościelisko, 2014.
- [11] **Wełna A., Wiśniewska B., Kozicki M., Grudniewicz E.**, *Procedury utrzymania i wzorcowania automatycznych stacji pogodowych AWS*; Ogólnopolskie seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”, Wrocław, 2014.
- [12] **Grykałowska A., Kowal A., Szmyrka-Grzebyk A.**, *Udział INTiBS PAN w realizacji projektu MeteoMet*; Ogólnopolskie seminarium „Problemy pomiarów w meteorologii”, Wrocław, 2014.
- [13] **Flakiewicz K. P.**, *Investigation of the saturated water vapour partial pressure*; XII Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science TEMPMEKO 2013, Funchal, Madeira, 2013.
- [14] **Grykałowska A., Kowal A., Szmyrka-Grzebyk A.**, *The basics for the definition of calibration procedure of temperature sensors for weather station*; International Workshop on Metrology for Meteorology and Climate MMC 2014, Brdo, Słowenia, 2014.
- [15] **Grudniewicz E., Wiśniewska B., Wełna A., Kozicki M., Jarosz R., Flakiewicz K.**, *Traceable calibration procedure – results of application for temperature and humidity sensors for weather station*; International Workshop on Metrology for Meteorology and Climate MMC 2014, Brdo, Słowenia, 2014.
- [16] **Róźdzyski K.**, *Mikrozmiennosc charakterystyk metrologicznych termo- i higrometrycznych urzadzzen i układow pomiarowych w automatycznych stacjach meteorologicznych Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej*; VI Kongres Metrologii, Kielce – Sandomierz, 2013.
- [17] **Róźdzyski K.**, *Mikrozmiennosc charakterystyk metrologicznych termo- i higrometrycznych urzadzzen i układow pomiarowych w automatycznych stacjach meteorologicznych Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej*; Pomiary, Automatyka, Kontrola, vol. 59, nr 6, str. 562-565, 2013.
- [18] **Róźdzyski K.**, *Micro-variability of characteristic of thermo- and hygrometric circuits in automatic weather stations*; XII Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science TEMPMEKO 2013, Funchal, Madeira, 2013.
- [19] Merlone A., Bell S., Benyon R., Bergerud A. R., Bertigia F., Boese N., Brunet M., Buee B., del Campo D., Dahl J., Deboli R., Dobre M., Ebert V., Emardsson R., Garcia Izquierdo C., Georgin E., Gilbert A., **Grudniewicz E.**, Heinonen M., Hernandez S., Hogstrom R., Holmsten M., Holstein-Rathlou C., Hudoklin D., Jarlemark P., Jahansson J., Kajastie H., Kaykısızlı H., Klason P., Knorova R., Lakka A., Lau P., Lopardo G., Melvad C., Merrison J., **Migała K.**, Mokdad S., Piccato A., Pitre L., Roggero R., Ruiz S., Saathoff H., Sairanen H., Sanna F., Saxholm S., Smorgon D., Sparasci F., Spazzini P., Steinmetz E., Strnad R., **Szmyrka-Grzebyk A.**, Verge A., Vidal V., Vuillermoz E., *The „MeteoMet” project – Metrology for Meteorology: Challenges and results*; XII Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science TEMPMEKO 2013, Funchal, Madeira, 2013.

Współpraca międzynarodowa w dziedzinie badania i cechowania artykułów z metali szlachetnych

Marcin Mikiel (Gabinet Prezesa, GUM)

Artykuł omawia współpracę międzynarodową polskich urzędów probierczych. Prezentuje poszczególne międzynarodowe organizacje probiercze, przyczynę ich powstania, strukturę i zakres działania. W artykule opisane zostały także korzyści, jakie odnosi nasz kraj dzięki przynależności do tych organizacji. Treść uzupełnia, przedstawiony w skrócie, zarys historii probiernictwa.

The article tells about the international cooperation of the Polish assay offices. It presents international hallmarking organizations, its history, structure, terms of reference. Emphasizes benefits that our country receives due to the participation in these organizations as well as some short sketch of the history of hallmarking.

Wstęp

Współpraca międzynarodowa w probiernictwie, tak jak w dziedzinie metrologii, ma zasięg zarówno regionalny, jak i światowy. W poniższym artykule przedstawione zostaną międzynarodowe organizacje zrzeszające urzędy probiercze (bądź ich odpowiedniki), zadania tych organizacji, tryb działania i struktura.

Na wstępie należy zauważyć, iż w Polsce współpraca międzynarodowa w zakresie probiernictwa posiada swoje umocowanie i odzwierciedlenie w ustawie z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (Dz. U. z 2011 r. Nr 92, poz. 529). Art. 35 ust. 2 pkt 6 tej ustawy stanowi, iż „do zakresu działania dyrektora należy współpraca z krajowymi i zagranicznymi instytucjami, prowadzącymi działalność w zakresie probiernictwa.” Jak widzimy, występuje tu analogia do ustawy Prawo o miarach, gdzie art. 16 pkt 12 mówi, iż do zadań Prezesa Głównego Urzędu Miar należy „reprezentowanie Rzeczypospolitej Polskiej w metrologicznych organizacjach międzynarodowych i regionalnych oraz współdziałanie z krajowymi i zagranicznymi instytucjami prowadzącymi działania w zakresie miar”. Dla porządku i potrzeb niniejszego artykułu należy przypomnieć, iż w polskim prawie za metale szlachetne uważa się platynę, pallad, złoto i srebro, iryd, osm, rod i ruten (art. 2 pkt 1 i 2 ustawy Prawo probiercze).

Probiernictwo i międzynarodowe organizacje probiercze – geneza powstania, główne zadania

Badanie kruszców i ich międzynarodowa wymiana odbywały się już w początkach ludzkości. Zapisy dotyczące kruszców można znaleźć np. w piśmie świętym (przypowieść o talentach). Bicie w starożytności monety miały wartość kruszcu, z jakiego były „wyprodukowane”. Co ciekawe, już w tamtej epoce nastąpiła standaryzacja środków płatniczych (monet) pod względem wielkości i kruszcu, wyprzedzając znacznie standaryzację innych dóbr. Należy pamiętać, iż obrót kruszcami (monetami) wiązał się z potwierdzeniem atrybutu władzy – przywilej władcy do wyłącznego bicia pieniądza sięga czasów rzymskich, a został umocniony w średniowieczu.

Powołanie międzynarodowych organizacji probierczych to czasy współczesne – II poł. XX w. oraz początek XXI w. Polska jest członkiem Konwencji o Kontroli i Cechowaniu Artykułów z Metali Szlachetnych. Dodatkowo, okręgowe urzędy probiercze w Warszawie i Krakowie działają w Międzynarodowym Stowarzyszeniu Urzędów Probierczych (IAAO) oraz w Grupie Wyszehradzkiej Urzędów Probierczych (GV4).

Konwencja o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych

Konwencja powstała w celu harmonizacji i ujednolicenia obrotu artykułami z metali szlachetnych.

Konwencję podpisano w Wiedniu w 1972 r. (dlatego też często określa się ją mianem „konwencji wiedeńskiej”), a więc w okresie postępującej integracji gospodarczej państw Europy Zachodniej. Integracja nie ominęła również tego sektora. Konwencja weszła w życie w 1975 r. Jej członkami mogą być nie tylko państwa. Zgodnie art. 12 Konwencji jej stroną może być każde państwo członkowskie ONZ, agenda Narodów Zjednoczonych, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej oraz strony Międzynarodowego Trybunału Sprawiedliwości, spełniające kryteria Konwencji w zakresie działalności w dziedzinie metali szlachetnych. Istotą Konwencji jest prawo do oznaczania przez członków swoich wyrobów wspólną cechą (CCM – *Common Control Mark*), którą uznaje się w innych krajach członkowskich jako oznaczenie zwalniające z ponownego badania i cechowania.

Organy Konwencji

Głównym organem Konwencji jest Stały Komitet, a organem roboczym Stała Grupa Techniczna (STG). Komitet jest ciałem o charakterze decyzyjnym, doradczym, a także nadzorczym. Do głównych obowiązków Stałego Komitetu należą:

- przegląd i analiza działań Konwencji,
- podejmowanie decyzji w kwestiach technicznych,
- promowanie technicznej i administracyjnej współpracy pomiędzy członkami w sprawach regulowanych przez Konwencję,
- dbanie o jednolitą interpretację i zastosowanie zapisów Konwencji,
- zachęcanie do odpowiedniej ochrony znaków (Konwencji) przed fałszerstwem i nadużyciem,
- rozstrzyganie sporów i niejasności w kwestiach dotyczących Konwencji,
- sprawdzanie czy państwa aplikujące do członkostwa w Konwencji spełniają niezbędne warunki.

Stały Komitet Konwencji organizuje również program Round Robin, który pozwala na systematyczne porównywanie i weryfikację uzyskiwanych badań stopów, przeprowadzanych w laboratoriach urzędów probierczych. Jest to szczególnie istotne w kontekście polityki jakości zgodnie z normą ISO 17025. Polskie urzędy probiercze uczestniczą w tym programie już od kilkunastu lat.

Każde państwo posiada w Komitecie jeden głos. Warto odnotować, iż jednym z dwóch wiceprzewodniczących Komitetu jest Dyrektor Okręgowego Urzędu Probierczego w Warszawie, Pani Magdalena



Ceremonia wręczenia odznaczeń podczas 69. posiedzenia Stałego Komitetu w Warszawie

fol. zasoby OUP Warszawa

Ulaczyk. Nasz kraj był w 2011 r. gospodarzem 69. posiedzenia Stałego Komitetu. Stała Grupa Techniczna jest ciałem doradzającym Komitetowi w sprawach technicznych. Innym organem Konwencji jest sekretariat, który dba o obsługę administracyjną Stałego Komitetu.

Obecnie Konwencja skupia 19 członków, a 5 państw aplikuje o członkostwo (Włochy, Chorwacja, Ukraina, Sri Lanka oraz Serbia – posiadają one status obserwatorów). Polska przystąpiła do Konwencji w 2005 r.

Międzynarodowe Stowarzyszenie Urzędów Probierczych (IAAO)

Pod obecną nazwą Stowarzyszenie działa od 2008 r., jednak jego początki sięgają 1992 r. W tym roku zainaugurowało działalność Europejskie Stowarzyszenie Urzędów Probierczych (AEAO). Stowarzyszenie powstało, jako odpowiedź na rosnącą potrzebę regulacji obrotu artykułów z metali szlachetnych oraz usług probierczych w krajach UE, m.in. pod względem prawnym jako część wspólnego rynku. W miarę wpływu czasu Stowarzyszenie przekształciło się z organizacji o charakterze regionalnym (europejskim) w organizację o charakterze światowym. Początek tego procesu to koniec lat 90. kiedy do AEAO dołączył Izrael, ale jak zostało wspomniane, dopiero w 2008 r. organizacja przyjęła nową nazwę: Międzynarodowe Stowarzyszenie Urzędów Probierczych (IAAO). Obecnie członkami IAAO jest 47 podmiotów z 37 państw, spoza Europy m.in. tak egzotyczne, jak Sri Lanka, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Bahrajn, Mauritius czy Singapur.

Jak czytamy na stronie internetowej IAAO, korzyści wynikające z przynależności do Stowarzyszenia, to m.in.:

- uczestnictwo w programach porównań międzylaboratoryjnych (patrz niżej);
- możliwość stałej wymiany informacji na temat aktów prawnych dotyczących probiernictwa, a także działań innych organizacji międzynarodowych dotyczących probiernictwa;
- wsparcie i pomoc, w razie potrzeby, w kwestiach politycznych dotyczących probiernictwa.

Organy robocze:

Stowarzyszeniem kieruje przewodniczący przy pomocy dwóch zastępców. Są oni wybierani na okres 3 lat (przewodniczący bez możliwości reelekcji). Dodatkowo, w strukturze stowarzyszenia znajdują się skarbnik oraz sekretariat, także powoływany na okres 3 lat.

Zgodnie z *Memorandum of Understanding* (Porozumieniem o współpracy) posiedzenia IAAO odbywają się co najmniej raz do roku (w rzeczywistości dwukrotnie w ciągu roku, przy okazji posiedzeń Konwencji Wiedeńskiej).

Grupa Wyszehradzka urzędów probierczych (GV4)

GV4 powstała w 1993 r. Stanowi forum współpracy urzędów probierczych z Polski, Czech, Słowacji i Węgier. Jak czytamy na stronie internetowej GUM cele GV4 są następujące:

- wymiana doświadczeń, dokumentów oraz materiałów szkoleniowych z dziedziny probiernictwa;
- bieżąca wymiana danych statystycznych o liczbie, a także masie badanych i cechowanych wyrobów z metali szlachetnych, co ułatwia prognozowanie rozwoju urzędów;
- wzajemna pomoc techniczna zrzeszonych urzędów probierczych oraz wymiana kadry urzędów w celu szkolenia;
- nieodpłatne korzystanie z aparatury badawczej stosowanej w innych krajach członkowskich;
- organizowanie tematycznych konferencji dotyczących metod badawczych i różnych problemów z dziedziny probiernictwa;
- interpretacja orzeczeń Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości w dziedzinie probiernictwa oraz metod ich wdrażania w poszczególnych krajach członkowskich;

- harmonizacja przepisów prawnych i procedur badawczych.

Stowarzyszenie ma charakter nieformalny, nie posiada formalnych organów. Spotkania odbywają się raz do roku, w 2014 r. przedstawiciele GV4 gościła słowacka Tatrzańska Łomnica.

Podsumowanie

Jak widać, współpraca międzynarodowa w zakresie probiernictwa wykazuje, co zrozumiałe, pewne analogie do współpracy międzynarodowej w zakresie metrologii. Tak jak w tym ostatnim przypadku, obejmuje zarówno organizacje regionalne, jak i te o zasięgu światowym. Polska, w różnej formie, aktywnie działa we wszystkich wymienionych organizacjach. Na uwagę zasługuje m.in. wspomniane pełnienie przez naszego przedstawiciela funkcji zastępcy przewodniczącego Stałego Komitetu Konwencji o Kontroli i Cechowaniu Wyrobów z Metali Szlachetnych, jak również pełnienie w latach 2001–2002 przez dyrektora Okręgowego Urzędu Probierczego w Warszawie funkcji przewodniczącego Europejskiego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych.

Powyższa współpraca przynosi wymierne korzyści. Są one różnorakie – zwiększenie bezpieczeństwa w obrocie artykułami z metali szlachetnych, ułatwienia dla przedsiębiorców wprowadzających ww. artykuły na zagraniczne rynki oraz wymiana wiedzy i doświadczeń z dziedziny metali szlachetnych.

Bibliografia

- [1] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. Prawo o miarach (Dz. U. z 2013 r. poz. 1069).
- [2] Ustawa z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (Dz. U. z 2011 r. Nr 92, poz. 529).
- [3] Strona internetowa www.gum.gov.pl/pl/wspolpraca/wspolpraca-miedzynarodowa/gv4/ (dostęp dnia 1.11.2014).
- [4] Konwencja o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych (Dz. U. z 2007 r. Nr 46, poz. 297).
- [5] Strona internetowa Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych www.hallmarkingconvention.org/the-standing-committee.php (dostęp dnia 1.11.2014).
- [6] Strona internetowa Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO) www.theiaao.com/history/ i www.theiaao.com/how-to-become-a-member/ (dostęp dnia 1.11.2014).
- [7] Porozumienie o współpracy Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych.

Udział Głównego Urzędu Miar w Międzynarodowym Programie Metrologii Chemicznej, realizowanym przez BIPM

GUM's contribution to the International Metrology in Chemistry Programme at the BIPM

dr Robert I. Wielgosz (BIPM)

Streszczenie prezentacji p. Roberta Wielgosza, dyrektora Wydziału Chemii BIPM, wygłoszonej 20 maja 2014 r. w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie z okazji uczczenia 95. rocznicy powstania GUM, połączonej z obchodami Światowego Dnia Metrologii.

Summary of the presentation given by Mr. Robert Wielgosz, Director of Chemistry Department in BIPM on 20 May 2014 at GUM, Warsaw, Poland on the occasion of the celebration of the 95th anniversary of GUM, in conjunction with World Metrology Day.

Rola i misja BIPM

Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) jest organizacją międzyrządową, za pośrednictwem której Państwa Członkowskie współdziałają ze sobą w sprawach związanych z metrologią oraz wzorcami pomiarowymi. Biuro działa na rzecz promocji i zapewnienia globalnej porównywalności pomiarów, włączając w to zabezpieczenie istnienia spójnego, międzynarodowego układu jednostek miar dla:

- odkryć naukowych i innowacji,
- produkcji przemysłowej oraz handlu międzynarodowego,
- utrzymania jakości życia i środowiska naturalnego na całym świecie.

Unikatowa rola i misja BIPM polega na rozwijaniu technicznej i organizacyjnej infrastruktury służącej do zapewnienia podstaw ogólnoświatowej spójności pomiarowej z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI). Cel ten jest osiąganym jest poprzez międzynarodową koordynację, jak również poprzez prowadzenie prac technicznych w laboratoriach Biura. Celami międzynarodowej organizacji metrologicznej są:

- koordynowanie działań pomiędzy krajowymi instytucjami metrologicznymi (NMIs), na przykład poprzez porozumienia CIPM MRA („Porozumienie o wzajemnym uznawaniu wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metro-

The Role and Mission of the BIPM

The International Bureau of Weights and Measures (BIPM) is the intergovernmental organization through which Member States act together on matters related to measurement science and measurement standards. It ensures and promotes the global comparability of measurements, including providing a coherent international system of units for:

- Scientific discovery and innovation,
- Industrial manufacturing and international trade,
- Sustaining the quality of life and the global environment.

The unique role of the BIPM enables it to achieve its mission by developing the technical and organizational infrastructure of the International System of Units (SI) as the basis for the world-wide traceability of measurement results. This is achieved both through international coordination as well as technical activities in its laboratories. The organization's objectives are:

- To coordinate activities between the National Metrology Institutes (NMIs), such as through the CIPM MRA and to provide technical services to support them.
- To coordinate international comparisons of national measurement standards through the

- logiczne” z 1999 r.) oraz zapewnienie obsługi technicznej dla ich wsparcia,
- koordynowanie międzynarodowych porównań państwowych wzorców pomiarowych przez Komitety Doradcze CIPM oraz podejmowanie roli laboratorium koordynującego dla wybranych porównań, o najwyższym priorytecie, a także podejmowanie prac naukowych niezbędnych do realizacji tego celu,
 - zapewnienie Państwom Członkowskim przeprowadzania wybranych wzorcowań,
 - w razie potrzeby nawiązywanie współpracy z odpowiednimi organizacjami międzyrządowymi lub innymi międzynarodowymi instytucjami zarówno bezpośrednio, jak i poprzez wspólne komitety,
 - organizowanie spotkań naukowych w celu zidentyfikowania kierunków rozwoju światowego systemu pomiarowego, niezbędnych dla zaspokojenia przyszłych potrzeb pomiarowych w przemyśle, nauce i życiu społecznym,
 - informowanie, za pośrednictwem publikacji i spotkań społeczności naukowej, opinii publicznej oraz decydentów o sprawach związanych z metrologią i korzyściach z niej wynikających.

Międzynarodowa równoważność gazowych wzorców pomiarowych w monitorowaniu jakości powietrza oraz zmian klimatycznych

Działania w dziedzinie metrologii chemicznej w BIPM zainicjowano poprzez utworzenie Komitetu Doradczego ds. Liczności Materii: Metrologii Chemicznej i Biologicznej (CCQM – *Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology*). CCQM jest odpowiedzialny za rozwój, doskonalenie i dokumentowanie równoważności państwowych wzorców pomiarowych (certyfikowanych materiałów odniesienia oraz metod referencyjnych) dla pomiarów biologicznych i chemicznych. Biuro pełni funkcję doradczą dla Międzynarodowego Komitetu CIPM w sprawach związanych z pomiarami chemicznymi i biologicznymi, włączając w to działania objęte programem naukowym BIPM. Obszarami działalności Komitetu Doradczego ds. Liczności Materii: Metrologii Chemicznej i Biologicznej są:

- a) ustanawianie globalnej porównywalności wyników pomiarów poprzez zapewnienie spójności pomiarowej z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar SI oraz w przypadku, gdy zapewnienie spójności pomiarowej z układem SI nie jest możliwe, stworzenie systemu porównywalności wyników z innym uznawanym międzynarodowo układem odniesienia;

Consultative Committees of the CIPM; taking the role of coordinating laboratory for selected comparisons of the highest priority and undertaking the scientific work necessary to enable this to be done.

- To provide selected calibrations for Member States.
- To liaise as required with relevant intergovernmental organizations and other international bodies both directly and through joint committees.
- To organize scientific meetings to identify future developments in the world-wide measurement system required to meet existing and future measurement needs in industry, science and society.
- To inform, through publications and meetings, the science community, the wider scientific public and decision makers on matters related to metrology and its benefits.

International Equivalence of gas standards for air quality and climate change monitoring

Activities in Metrology in Chemistry at the BIPM were initiated by the creation of the Consultative Committee for Amount of Substance: metrology in chemistry and biology (CCQM). The CCQM is responsible for developing, improving and documenting the equivalence of national standards (certified reference materials and reference methods) for chemical and biological measurements. It advises the CIPM on matters related to chemical and biological measurements including advice on the BIPM scientific programme activities. The responsibilities of the CCQM are:

- a) to establish global comparability of measurement results through promoting traceability to the SI, and where traceability to the SI is not yet feasible, to other internationally agreed references;
- b) to contribute to the establishment of a globally recognized system of national measurement standards, methods and facilities for chemical and biological measurements;
- c) to contribute to the implementation and maintenance of the CIPM MRA with respect to chemical and biological measurements;
- d) to review and advise the CIPM on the uncertainties of the BIPM’s calibration and measurement services as published on the BIPM website;

- b) przyczynianie się do stworzenia uznawanego na skalę globalną systemu państwowych wzorców pomiarowych oraz metod i urządzeń, stosowanych w pomiarach chemicznych i biologicznych;
- c) przyczynianie się do realizacji i utrzymania postanowień porozumienia CIPM MRA w odniesieniu do pomiarów chemicznych i biologicznych;
- d) dokonywanie przeglądu oraz funkcja doradcza na rzecz CIPM w zakresie niepewności pomiaru dla wzorcowań oraz usług pomiarowych, realizowanych w BIPM, zgodnie z informacjami publikowanymi na stronie internetowej Biura;
- e) inicjowanie działań forum wymiany informacji na temat programów badań i usług pomiarowych, a także informowanie członków Komitetów Doradczych oraz obserwatorów o innych działaniach technicznych sprzyjających tworzeniu nowych możliwości współpracy.

W chwili obecnej Komitet CCQM składa się z 8 Stałych Grup Roboczych oraz 3 grup działających czasowo („*ad hoc*”). Wśród ww. grup roboczych działa Grupa ds. Analizy Gazów, do której zadań należą:

- wykonywanie porównań kluczowych, lub jeśli to jest uzasadnione porównań pilotażowych, w celu przeprowadzenia krytycznej oceny i porównania deklarowanych przez NMI/DI kompetencji w dziedzinie: wzorców oraz zdolności pomiarowych w zakresie analizy składu mieszanin gazowych (w tym dwuskładnikowych lub wieloskładnikowych), analizy składu mieszanin gaz/ciecz, pomiarów stężeń nanocząsteczek i aerozoli, wyznaczania stosunków izotopowych, stężeń gazów rozpuszczonych w matricach ciekłych lub stałych;
- pomoc w identyfikacji i ustalaniu prac między laboratoriami, organizacji porównań pilotażowych i działań badawczych celem zapewnienia spójności wyników z układem jednostek miar SI i zredukowania niepewności pomiaru dla nowych technologii pomiarowych w analizie gazów, jak np. w dynamicznych technikach rozcieńczania gazów niestabilnych, jak i technikach spektroskopowych, które mogłyby być potencjalnie stosowane jako metody pierwotne.

Dokument dotyczący strategii działania Komitetu Doradczego ds. Liczności Materii: Metrologii Chemicznej i Biologicznej został po raz pierwszy opublikowany w dniu 23 maja 2013 r. i zawiera szczegółową listę porównań, zaplanowanych na lata 2013–2023. Dokument ten przewiduje w okresie 2013–2023 przeprowadzanie przez CCQM 19 porównań rocznie, w celu zaspokojenia potrzeb krajowych instytucji metrologicznych w zakresie

- e) to act as a forum for the exchange of information about the research and measurement service delivery programmes and other technical activities of the CC members and observers, thereby creating new opportunities for collaboration.

In order to carry out its responsibilities, the CCQM has currently eight Standing Working Groups and three ad hoc working groups. This includes the CCQM Working group on Gas Analysis, which has a remit to:

- Carry out Key Comparisons, and where necessary pilot studies, to critically evaluate and benchmark NMI/DI claimed competences for standards and capabilities for gas composition (including binary and multicomponent mixtures); gas/liquid mixture composition; nanoparticle and aerosol concentration; isotope ratio measurement; concentration of dissolved gases in liquid or solid matrices;
- Assist in identifying and establishing inter-laboratory work, pilot studies and research activities to provide SI traceable measurement results with reduced uncertainties for new measurement technologies in gas analysis such as dynamic dilution techniques for unstable gases, as well as spectroscopic techniques with the potential to be used as primary methods.

The CCQM strategy document was first published on 23 May 2013 and includes a detailed list of CCQM comparisons for the period 2013–2023. It foresees the execution of 19 CCQM comparisons annually for the period 2013–2023 to cover measurement service comparison needs for NMI standards and measurement services in chemistry and biology. This number includes comparisons of standards for greenhouse gas and air quality measurements overseen by the Gas Analysis Working group, with the coordination of a number of these led by the BIPM Chemistry Department laboratory.

Visiting Scientists at the BIPM

The Chemistry Department at the BIPM has had an active laboratory gas metrology programme since 2000, with a programme of coordination of CCQM comparisons on ozone, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, methane, carbon dioxide and formaldehyde. The comparisons have addressed requirements for international equivalence of gas standards to meet: mon-

porównań wzorców oraz usług pomiarowych w chemii i biologii. W ramach wspomnianych porównań znalazły się również porównania wzorców, wykorzystywanych do badań i monitoringu gazów cieplarnianych oraz do pomiaru jakości powietrza, nadzorowane przez Grupę Roboczą ds. Analizy Gazów, a w wielu przypadkach koordynowane przez laboratorium Wydziału Chemii BIPM.

Naukowcy odwiedzający BIPM

Od 2000 r. Departament Chemii BIPM aktywnie realizuje program w dziedzinie metrologii gazów wraz z programem koordynacji porównań CCQM w zakresie: ozonu, tlenu azotu, ditlenku azotu, metanu, ditlenku węgla i formaldehydu. Porównania były ukierunkowane na: wypełnienie wymagań międzynarodowej równoważności wzorców gazowych, uwzględniających przepisy w zakresie monitoringu, dotyczące jakości powietrza (tj. Dyrektywę o Jakości Powietrza w Europie) oraz strategię przeciwdziałania zanieczyszczeniu powietrza i ochrony przed jego wpływem na zdrowie człowieka i środowisko naturalne (np. z programu „Czyste Powietrze dla Europy” [„Clean Air for Europe” – CAFE]), a także wymagania dla długoterminowego monitoringu poziomu gazów cieplarnianych w atmosferze oraz kontroli poziomu ich emisji.

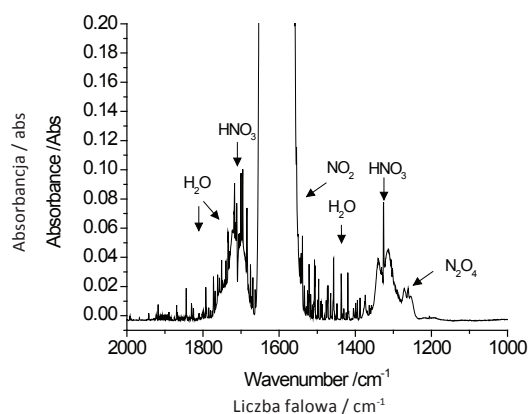
Już od momentu powstania program BIPM wspierany był przez odwiedzających Biuro naukowców z Państw Członkowskich, w tym pracowników Głównego Urzędu Miar: A. Rakowską (2006), G. Ochmana (2008) i K. Tworka (2012). Naukowcy ci przyczynili się do rozwoju porównań wzorców w zakresie ozonu oraz tlenków azotu, które są ważne zarówno dla polskich programów monitorowania jakości powietrza, jak i społeczności międzynarodowej.

Kulminacją prac nad ditlenkiem azotu była koordynacja przez BIPM kluczowego porównania (CCQM-K71), zrealizowanego w 2009 r. i będącego odpowiedzią na wysoki priorytet międzynarodowych działań prowadzących do redukcji stężenia tlenków azotu (NO_x) w atmosferze. Obecny poziom dopuszczalnych emisji zawiera się zazwyczaj w przedziale od $50 \mu\text{mol/mol}$ do $100 \mu\text{mol/mol}$, ale w przyszłości oczekuje się obniżenia jego wartości. Obecne przepisy dotyczące monitorowania jakości otaczającego powietrza, wymagają wyznaczania ułamków molowych tlenków azotu (NO_x) na niskim poziomie $0,2 \mu\text{mol/mol}$. Wytworzenie dokładnych wzorców, przy tak niskich wartościach ułamków molowych, wymaga przeprowadzenia rozcieńczenia stabilnego wzorca gazowego o wysokim stężeniu albo wytworzenia wzorca za pomocą technik dynamicznych,

itoring requirements for air quality regulations such as the Air Quality Directives in Europe and strategies to tackle air pollution and to protect against its effects on human health and the environment such as the Clean Air for Europe (CAFE) Programme; and requirements for the long term monitoring of greenhouse gas atmospheric and emission levels.

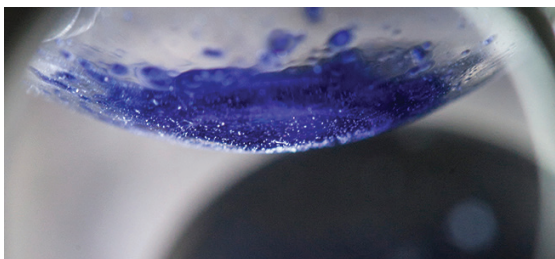
The BIPM programme has been supported by visiting scientists from Member States since its inception, including A. Rakowska (2006), G. Ochman (2008) and K. Tworek (2012) from GUM, Poland. The scientists have contributed to the development of standards and comparisons for ozone and nitrogen oxides, which are of importance to both Polish air quality monitoring programmes as well as the international community in general.

The work on nitrogen dioxide culminated in the BIPM coordination of a key comparison (CCQM-K74) in 2009, in response to the high international priority attached to activities which reduce NO_x in the atmosphere. The current level of permitted emissions is typically between $50 \mu\text{mol/mol}$ and $100 \mu\text{mol/mol}$, but lower values are expected in the future. Currently, ambient air quality monitoring regulations also require the measurement of NO_x mole fractions as low as $0.2 \mu\text{mol/mol}$. The production of accurate standards at these levels of mole fractions requires either dilution of a stable higher concentration gas standard or production by a dynamic technique, for example one based on permeation tubes. The CCQM-K74 key



Wykres 1. Widmo FTIR wzorcowej mieszaniny gazowej, zawierającej $150 \mu\text{mol mol}^{-1} \text{NO}_2$ w azocie, prezentujące znaczenie ilościowego określenia zanieczyszczeń ditlenku azotu (szczególnie kwasem azotowym), przy wyznaczaniu dokładnych wzorców NO_2 oraz przeprowadzaniu pomiarów

Fig 1. FTIR spectrum of a $150 \mu\text{mol mol}^{-1} \text{NO}_2$ in nitrogen gas standard mixture, demonstrating the importance in quantifying other nitrogen oxide impurities including nitric acid for accurate NO_2 standards and measurements



Fot. 2. Czysty ozon wytworzony w BIPM, stosowany do celów pomiarów absorpcji światła laserowego

Fig 2. Pure ozone generated at the BIPM for absorption cross section measurements

np. z użyciem rurek permeacyjnych. Kluczowe porównanie CCQM-K74 zostało zaprojektowane pod kątem oceny poziomu porównywalności zdolności pomiarowych krajowych instytucji metrologicznych oraz wzorców ditlenku azotu (NO_2) na poziomie wartości nominalnej ułamka molowego, wynoszącej $10 \mu\text{mol/mol}$. W porównaniu, koordynowanym przez BIPM oraz holenderski instytut metrologiczny VSL (*Van Swinden Laboratorium*), wzięło udział 17 laboratoriów. Wartość odniesienia dla tego porównania kluczowego przyjęto na podstawie pomiarów wykonanych w BIPM, a standardowa niepewność wartości odniesienia wyniosła $0,042 \mu\text{mol/mol}$. Porównanie to jako pierwsze zwróciło uwagę na znaczenie wpływu zawartości kwasu azotowego na wzorce NO_2 .

Prace BIPM prowadzone nad ozonem we współpracy z naukowcami z GUM oraz koreańskiego KRISS (*Korea Research Institutes of Standards and Science*), doprowadziły w rezultacie do opublikowania w 2014 r. wyników dokładnych pomiarów bezwzględnej absorpcji promieniowania laserowego przez ozon. Są one potrzebne dla udoskonalenia spójności pomiarowej w zakresie pomiarów ozonu, prowadzonych od poziomu ziemi do najwyższych warstw w stratosferze. Prace te potwierdzają występowanie znaczącego błędu systematycznego w danych wykorzystywanych przez światowe sieci monitoringu jakości powietrza. Uczestnictwo w planowanym programie porównań wzorców ozonu BIPM (BIPM.QM-K1) umożliwi wprowadzenie rozwiązania, polegającego na zwiększeniu dokładności.

Ozon odgrywa kluczową rolę w chemii troposfery. Po ditlenku węgla i metanie ozon jest trzecim pod względem znaczenia czynnikiem wpływającym na cieplarniany bilans radiacyjny. Jest także toksycznym zanieczyszczeniem powietrza, oddziałującym na zdrowie człowieka i rolnictwo. Długoterminowe pomiary ozonu troposferycznego były przeprowadzane na skalę ogólnosiwiatową od ponad 30 lat przy pomocy fotometrów UV. Pomiar absorpcji ozonu wykonywano przy linii

comparison was designed to evaluate the level of comparability of National Metrology Institutes' measurement capabilities and standards for nitrogen dioxide (NO_2) at a nominal mole fraction of $10 \mu\text{mol/mol}$. Seventeen laboratories took part in this comparison coordinated by the BIPM and VSL. The key comparison reference value was based on BIPM measurement results, and the standard measurement uncertainty of the reference value was $0.042 \mu\text{mol/mol}$. This comparison was the first to highlight the importance of accounting for the presence of nitric acid in standards of NO_2 .

The activities on ozone have led to the publication in 2014 of the most accurate absolute measurements of the absorption cross section of ozone by the BIPM together with researchers from GUM, Poland and KRISS Korea. These are needed to improve the consistency of measurements of ozone carried out from ground level to the highest levels in the stratosphere. They confirm the existence of significant bias in data used by global air quality networks, which will be resolved by improvements in accuracy through future participation in the BIPM's ozone standard comparison programme (BIPM.QM-K1).

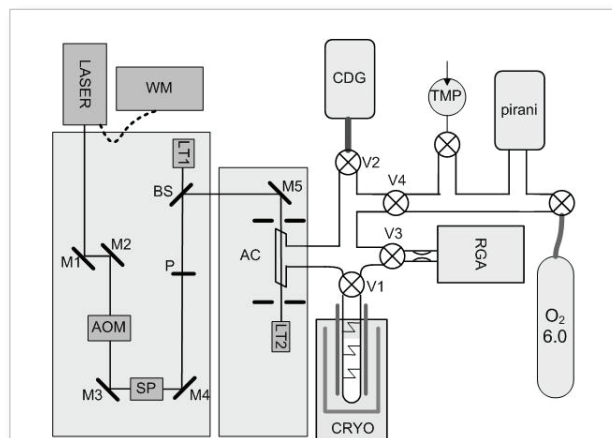
Ozone plays a crucial role in tropospheric chemistry, is the third largest contributor to greenhouse radiative forcing after carbon dioxide and methane and also a toxic air pollutant affecting human health and agriculture. Long-term measurements of tropospheric ozone have been performed globally for more than 30 years with UV photometers, all relying on the absorption of ozone at the 253.65 nm line of mercury. The BIPM has measured this cross-section and reports a value of $11.27 \times 10^{-18} \text{ cm}^2 \text{ molecule}^{-1}$ with an expanded relative uncertainty of 0.92 %. This is lower than the conventional value currently in use and measured by Hearn in 1961 with a relative difference of 1.8 %, with the consequence that historically reported ozone concentrations should be increased by 1.8 %. In order to perform the new measurements of cross sections with reduced uncertainties, a system to generate pure ozone in the gas phase together with an optical system based on a UV laser with lines in the Hartley band, including accurate path length measurement of the absorption cell and a careful evaluation of possible impurities in the ozone sample by mass spectrometry and Fourier Transform Infrared spectroscopy was setup. The

widmowej rtęci, odpowiadającej długości fali 253,65 nm. BIPM przeprowadziło pomiary absorpcji w przekroju i poinformowało o uzyskaniu wyniku rzędu $11,27 \times 10^{-18} \text{ cm}^2 \text{ cząsteczka}^{-1}$ przy rozszerzonej względnej niepewności pomiaru, wynoszącej 0,92 %. Uzyskany rezultat jest niższy od obecnie stosowanej, formalnej wartości, zmierzonej przez Hearn'a w 1961 r. ze względną różnicą 1,8 %. W związku z tym historycznie odnotowywane stężenia ozonu powinny być konsekwentnie powiększane o wartość 1,8 %. W celu przeprowadzenia nowych pomiarów absorpcji laserowej z obniżoną niepewnością pomiaru, opracowano nowy system generowania czystego ozonu w stanie gazowym. Ten stosowany, wraz z nowym układem optycznym, opartym na laserze UV z liniami widmowymi w paśmie Hartley'a oraz dokładnym pomiarem długości celi absorpcyjnej, umożliwia dokładną analizę możliwych zanieczyszczeń w próbce ozonu, realizowaną za pomocą spektrometrii mas oraz spektroskopii w zakresie podczerwieni z zastosowaniem transformacji Fouriera (FTIR). Absorpcja ozonu przy linii widmowej rtęci, odpowiadającej długości fali 253,65 nm została ustalona poprzez porównanie z wykorzystaniem wzorcowego fotometru odniesienia wyposażonego w lampę rtęciową jako źródło światła. Oczekuje się, że otrzymana nowa wartość będzie wykorzystana w przyszłości w celu uzyskania jak najdokładniejszych pomiarów stężenia ozonu, które będą zgodne z metodami fotometrycznymi, nie wykorzystującymi promieniowania UV, takimi, jak miareczkowanie fazowe ozonu za pomocą tlenku azotu.

Perspektywy na przyszłość

Strategia na przyszłość Komitetu CCQM przewiduje koordynację porównań przez BIPM w zakresie monitorowania głównych gazów cieplarnianych, szczególnie ditlenku węgla i metanu. Porównania te będą ważnymi narzędziami, zapewniającymi osobom odpowiedzialnym za kreowanie polityki redukcji emisji gazów cieplarnianych dostępność dokładnej informacji o wynikach obserwacji atmosfery. Ponadto, program w dziedzinie metrologii chemicznej, realizowany w BIPM, przewiduje dalsze możliwości współpracy naukowców, wymiany wiedzy oraz wprowadzania udoskonaleń w zakresie międzynarodowej porównywalności wzorców, wytwarzanych na potrzeby środowiska naturalnego i jakości życia.

Więcej informacji na temat programu BIPM w dziedzinie metrologii chemicznej można znaleźć na stronie www.bipm.org/en/bipm/chemistry/.



Rys. 3. Schemat instalacji, stosowanej w BIPM do pomiarów absorpcji ozonu. AOM (Acousto-Optic Modulator) – modulator akustyczno-optyczny; BS (Beam splitter) – rozdzielacz wiązki; CDG (Capacitive Diaphragm Gauge – Baratron) – ciśnieniomierz membranowy; CRYO (cryogenic ozone generator): kriogeniczny generator ozonu; LT (light trap) – pułapka świetlna – detektor promieniowania laserowego, M (mirror) – lustro; RGA (Residual Gas Analysers), (kwadrupole mass spectrometer) – (analityzatory gazów resztkowych), (kwadrupolowy spektrometr mas); TMP (turbo molecular pump) – pompa turbomolekularna; V (valve) – zawór; WM (wavemeter): przyrząd do pomiaru długości fali lasera

Fig 3. Measurement setup used for ozone absorption cross sections at the BIPM. AOM – Acousto-Optic Modulator; BS – Beam Splitter; CDG – Capacitive Diaphragm Gauge (Baratron); CRYO – cryogenic ozone generator; LT – Light Trap; M – Mirror; RGA – Residual Gas Analyser (Quadrupole mass spectrometer); TMP – Turbo Molecular Pump; V – Valve; WM – Wavemeter

cross-section at the 253.65 nm line of mercury was determined by comparisons using a Standard Reference Photometer equipped with a mercury lamp as the light source. It is expected that the newly reported value will be used in the future to obtain the most accurate measurements of ozone concentration, which are in closer agreement with non UV photometry based methods such as the gas phase titration of ozone with nitrogen monoxide.

Future Outlook

The CCQM future strategy foresees BIPM coordinated comparisons for important greenhouse gases (GHG) notably carbon dioxide and methane which will be important tools in ensuring that high quality, atmospheric observational information is available to inform policy-makers implementing GHG reduction policies. In addition the visiting scientist programme at the BIPM will continue, giving continued opportunities for exchange of scientists and scientific knowledge and improvements in the international comparability of standards supporting the environment and quality of life.

Further information on BIPM's programme in Metrology in Chemistry can be found at www.bipm.org/en/bipm/chemistry/

Kontrola butelek miarowych

Piotr Nowakowski, Andrzej Kela (Okręgowy Urząd Miar w Łodzi)

W referacie przedstawiono ogólny zarys sprawowania kontroli butelek miarowych w Polsce w ramach ustawy o towarach paczkowanych. Scharakteryzowano wymagania metrologiczne, którym powinny odpowiadać butelki miarowe oraz omówiono metodę sprawdzania butelek miarowych, stosowaną w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi, odpowiadającą metodzie referencyjnej, wskazanej w ustawie o towarach paczkowanych.

The general outline of control of measuring container bottles in Poland with respect to the Prepackaged Goods Act in the paper is presented. The metrological requirements that should meet the measuring container bottles are herein described as well as the method used in The Regional Offices of Measures in Lodz conforming the reference method indicated in the Prepackaged Goods Act are discussed.

Wstęp

Ustawa o towarach paczkowanych powierza organom administracji miar nadzór nad produkcją butelek miarowych, w szczególności nad systemem ich kontroli wewnętrznej, stosowanym przez producenta tych butelek.

Producent butelek miarowych na własną odpowiedzialność może oznaczać je znakiem „3”. Stanowi to gwarancję ze strony producenta, że butelka spełnia wymagania określone w ustawie. Wymagania metrologiczne dotyczące butelek miarowych określa Załącznik nr 4 do ustawy [1], a wzór znaku „3” Załącznik nr 5. Butelka miarowa musi posiadać łatwe do odczytania i nieusuwalne oznakowania określające: wartość pojemności nominalnej, znak identyfikacyjny producenta, znak „3”, wartość odległości od poziomu krawędzi do poziomu napełnienia.

Przed rozpoczęciem produkcji butelek miarowych producent jest zobowiązany zgłosić Prezesowi Głównego Urzędu Miar znak identyfikacyjny, pozwalający zidentyfikować producenta. Prezes GUM prowadzi jawny rejestr znaków identyfikacyjnych producentów butelek miarowych i informuje właściwe organy państw członkowskich Unii Europejskiej oraz Komisję Europejską o znakach identyfikacyjnych producenta wpisanych do rejestru.

Do obowiązków producenta butelek miarowych należy:

- ▶ co najmniej 14 dni przed rozpoczęciem produkcji zgłoszenie tego faktu Dyrektorowi Okręgo-

wego Urzędu Miar, właściwego ze względu na siedzibę,

- ▶ zorganizowanie i przeprowadzenie kontroli butelek miarowych,
- ▶ sporządzenie opisu przyjętego systemu kontroli wewnętrznej,
- ▶ opis ten producent jest obowiązany udostępnić organom sprawującym nadzór.

Podobne obowiązki spoczywają na importerach butelek miarowych.

Butelki miarowe podlegają kontroli organów administracji miar przez pobranie próbek w pomieszczeniach producenta lub importera. Probki pobrane przez OUM właściwy ze względu na siedzibę producenta przekazywane są do Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi do kontroli metrologicznej.

W Pracowni Pomiarów Objętości Wydziału Termodynamiki OUM w Łodzi znajduje się stanowisko pomiarowe zajmujące się sprawdzaniem butelek miarowych. Jest to jedyna tego typu placówka w polskiej administracji miar.

Pojęcia ogólne i definicje

Zgodnie z definicją zawartą w Art. 2 ust. 4 ustawy [1], butelka miarowa jest to pojemnik oznaczony znakiem „3”, zamykany lub przystosowany do zamykania, przeznaczony do przechowywania, transportu lub dostarczania cieczy, o pojemności nominalnej od 50 ml do 5 l włącznie, posiadający charakterystykę konstrukcyjną i jednolitość wytwarzania, zapew-

niającą odpowiednią dokładność pomiaru zawartej w nim cieczy przez napełnienie do określonego poziomu lub w określonym procencie jego pojemności całkowitej, bez konieczności wykonywania niezależnego pomiaru ilości nalewanej do niego cieczy, wykonany ze szkła lub innego materiału posiadającego taką sztywność i stabilność, która zapewnia pojemnikowi zachowanie takich samych właściwości metrologicznych, jakie zapewnia szkło.

Zgodnie z pkt 1 Załącznika nr 4 do ustawy [1], butelki miarowe charakteryzują się następującymi pojemnościami:

- pojemność nominalna V_n jest to objętość cieczy, którą powinna zawierać butelka napełniona w warunkach, w jakich jest wykorzystywana w celu, do którego jest przeznaczona;
- pojemność brzegowa butelki jest to objętość cieczy, którą powinna zawierać butelka napełniona do brzegu krawędzi szyjki;
- pojemność rzeczywista butelki jest to objętość cieczy, którą butelka rzeczywiście zawiera, jeżeli jest dokładnie napełniona, zgodnie z warunkami teoretycznie odpowiadającymi pojemności nominalnej.

Powyższe pojemności powinny być wyznaczone zawsze w temperaturze 20 °C.

Każda z butelek miarowych powinna na boku, przy krawędzi dna lub na dnie posiadać następujące oznakowania:

- 1) wartość pojemności nominalnej w litrach, centylitrach lub mililitrach podane wraz z symbolem

zastosowanej jednostki miary (nr 1 na rysunku 1),

- cyframi o wysokości co najmniej:
 - 3 mm, jeżeli $V_n \leq 20$ cl;
 - 4 mm, jeżeli $20 \text{ cl} < V_n \leq 100$ cl;
 - 6 mm, jeżeli $V_n > 100$ cl;

- 2) znak identyfikacyjny producenta;

- 3) znak „3” o wysokości co najmniej 3 mm (nr 2 na rysunku 1).

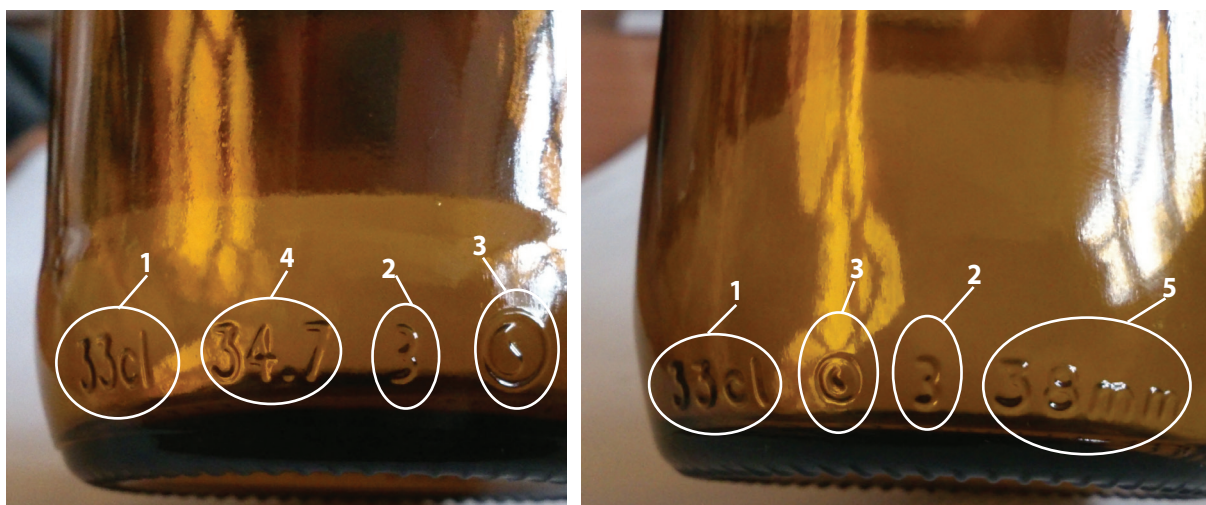
Punkt 2 Załącznika nr 4 do ustawy [1] dopuszcza stosowanie dwóch metod napełniania butelek miarowych:

- do stałego poziomu;
- do stałej pustej przestrzeni w butelce, przy czym przestrzeń ta, zwana również pojemnością rozszerzenia, jest różnicą pomiędzy pojemnością brzegową a pojemnością nominalną butelki.

Dlatego też, uwzględniając zastosowaną metodę napełniania, butelka powinna mieć naniesione dodatkowo następujące oznakowania:

- wartość pojemności brzegowej wyrażonej w centylitrach bez symbolu cl (nr 4 na rysunku 1) lub
- wartość odległości wyrażonej w milimetrach, od poziomu krawędzi szyjki butelki do poziomu napełnienia odpowiadającego pojemności nominalnej, z symbolem mm (nr 5 na rysunku 1).

Oznakowania te powinny być naniesione na dnie lub na krawędzi dna butelki cyframi o tej samej wysokości co pojemność nominalna. Sposób naniesienia tych oznakowań powinien umożliwić ich rozróżnienie od oznakowań omówionych w pkt 1 tego załącznika.



Rys. 1. Przykłady oznakowań na butelkach miarowych

opr. własne

Wszystkie przedstawione powyżej oznakowania powinny być łatwe do odczytania, dobrze widoczne oraz wykonane w sposób uniemożliwiający ich usunięcie.

Wymagania metrologiczne dotyczące butelek miarowych

Zgodnie z pkt 2 Załącznika nr 4 do ustawy [1], odległość pomiędzy teoretycznym poziomem napełnienia w przypadku pojemności nominalnej a poziomem brzegowym, oraz różnica między pojemnością brzegową a pojemnością nominalną, powinny być jednakowe dla wszystkich butelek wykonanych według tego samego projektu. Jednocześnie, zgodnie z pkt 3 tego załącznika, w celu umożliwienia zmierzenia pojemności butelki miarowej z wystarczającą dokładnością, maksymalne dopuszczalne błędy (dodatni i ujemny) pojemności butelek miarowych, to znaczy największe dopuszczalne różnice (dodatnie i ujemne) w 20 °C między pojemnością rzeczywistą a nominalną, powinny być zgodne z tabelą 1.

Tabela 1. Wartości maksymalne dopuszczalnych błędów pojemności butelek miarowych

Pojemność nominalna V_n w ml	Maksymalny dopuszczalny błąd pojemności butelki miarowej	
	w procentach V_n	w ml
od 50 do 100	–	3
powyżej 100 do 200	3	–
powyżej 200 do 300	–	6
powyżej 300 do 500	2	–
powyżej 500 do 1000	–	10
powyżej 1000 do 5000	1	–

Analizując tabelę 1 należy pamiętać, że maksymalny dopuszczalny błąd w pojemności brzegowej powinien być identyczny z maksymalnym dopuszczalnym błędem, odpowiadającym jej pojemności nominalnej, przy czym tolerancja powinna być liczona zawsze od ustalonej wartości nominalnej, a systematyczne wykorzystywanie granic błędu jest zabronione. Pojemność rzeczywistą butelki miarowej należy sprawdzać przez określenie ilości wody o temperaturze 20 °C, jaką butelka faktycznie zawiera, kiedy została napełniona do poziomu teoretycznie odpowiadającego pojemności nominalnej. Błąd po-

miaru podczas wyznaczania pojemności rzeczywistej butelki miarowej nie powinien przekraczać 20 % maksymalnego dopuszczalnego błędu określonego w tabeli 1.

Sprawdzanie butelek miarowych na zgodność z wymaganiami metrologicznymi

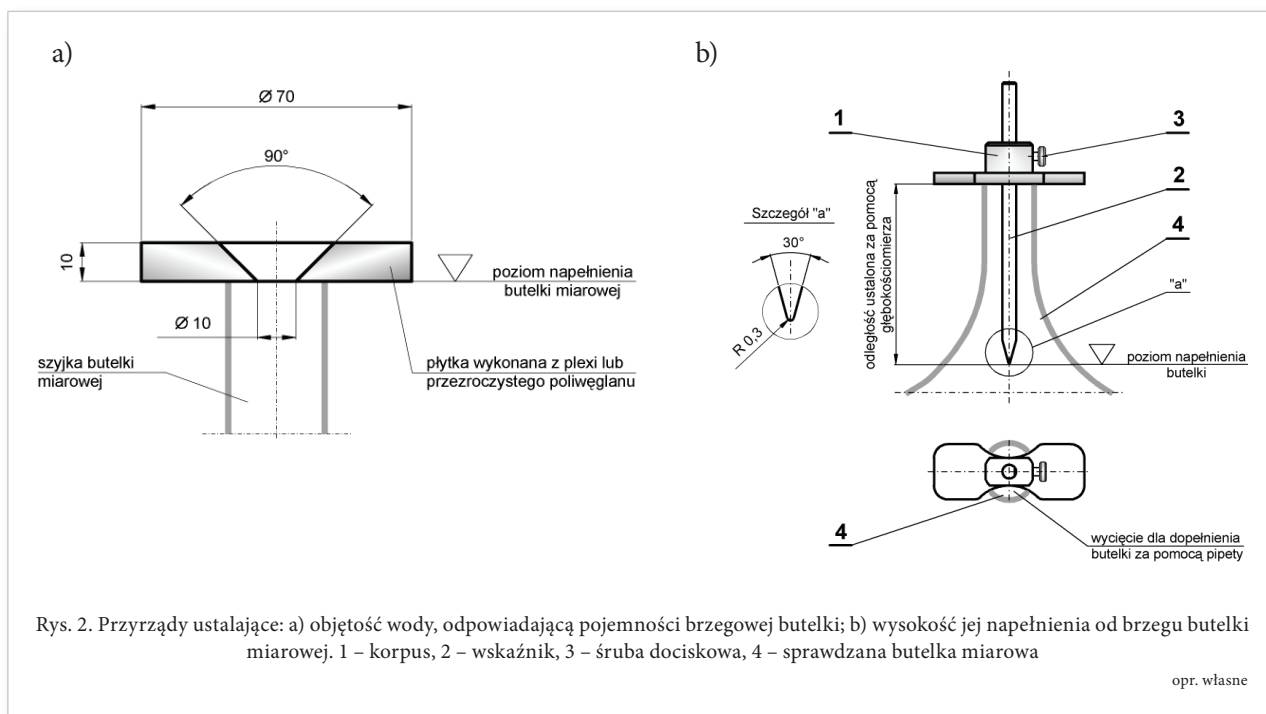
Pracownicy organu administracji miar, dokonujący kontroli butelek miarowych u ich producenta lub importera, losowo pobierają próbkę z partii butelek miarowych tego samego rodzaju, odpowiadającej godzinowej produkcji. Liczność butelek miarowych, stanowiących próbkę, wynosi 35 lub 40, w zależności od tego, która z dwóch metod stosowania wyników, kwalifikujących partię określonych w punkcie C Załącznika nr 6 do ustawy [1], została wybrana przez producenta (importera) butelek miarowych lub właściwe terytorialne organy administracji miar. I tak, dla metody odchylenia standardowego licznosc próbki wynosi 35 sztuk, a dla metody średniego zakresu licznosc próbki wynosi 40 sztuk. Pobrane próbki zostają przesłane do Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi, gdzie w Laboratorium Pomiarów Objętości dokonuje się ich sprawdzenia na zgodność z wymaganiami metrologicznymi określonymi w ustawie [1]. Zgodnie z Poradnikiem dotyczącym butelek miarowych [3] sprawdzane są:

- oznaczenia naniesione na butelkach,
- własności metrologiczne butelek.

Sprawdzeń tych dokonuje się na stanowisku pomiarowym, zapewniającym, zgodnie z Poradnikiem [3], utrzymanie:

- temperatury powietrza w granicach 20 °C ± 0,5 °C;
- temperatury wody destylowanej w granicach 20 °C ± 0,5 °C.

Sprawdzenia własności metrologicznych butelek dokonuje się na każdej butelce z próbki. Pierwszą czynnością jest ustalenie poziomu napełnienia, poprzez określenie stałej pustej przestrzeni w butelce. Dla butelek, które przeznaczone są do napełniania do poziomu odpowiadającego stałej pustej przestrzeni w butelce, za wartość tej przestrzeni należy przyjąć wartość deklarowaną przez producenta. Natomiast dla butelek, które przeznaczone są do napełniania do stałego poziomu ustalanego w stosunku do dna butelki, wartość stałej pustej przestrzeni będzie równa różnicy pomiędzy poziomem odpowiadającym pojemności brzegowej butelki (wysokości mierzonej na zewnątrz butelki od jej brzegu do jej dna, ustawionej



na wypoziomowanej płycie traserskiej przy pomocy wysokościomierza), a poziomem napełnienia deklarowanym przez producenta butelki. Następnie, przy pomocy głębokościomierza ustala się odległość ostrza wskaźnika od płytki korpusu przyrządu, ustalającego wysokość jej napełnienia od brzegu butelki miarowej (rys. 2b), przy czym ustalana odległość powinna być równa określonej wcześniej wartości stałej pustej przestrzeni w butelce.

Kolejną czynnością jest zważenie suchej i czystej butelki razem z przyrządem ustalającym objętość odpowiadającą pojemności brzegowej butelki (rys. 2a), przy jednoczesnym wytarowaniu wagi. Po zdjęciu z wagi butelki wraz z tym przyrządem, napełnia się ją wodą destylowaną do poziomu o kilka milimetrów poniżej poziomu ustalonego przyrządem przedstawionym na rysunku 2b. Następnie w napełnionej butelce umieszcza się przyrząd, ustalający od brzegu butelki miarowej wysokość jej napełnienia, oraz przy pomocy pipety dopełnia się butelkę wodą destylowaną do poziomu określonego przez ten przyrząd w taki sposób, aby koniec stożka wskaźnika przyrządu dotykał powierzchni swobodnej wody destylowanej. Po wykonaniu tej czynności, z butelki wyjmuje się przyrząd, ustalający wysokość jej napełnienia od brzegu butelki miarowej i na butelce umieszcza przyrząd, ustalający objętość odpowiadającą pojemności brzegowej butelki, w sposób przedstawiony na rys. 2a.

Taką butelkę waży się na uprzednio wytarowanej wadze. Wynik ważenia jest masą wody destylowanej, odpowiadającą masie wypełniającej pojemność rzeczywistą butelki miarowej.

Stojącą na wadze butelkę, pipetą, przez stożkowy otwór w płytce przyrządu, ustalającego objętość odpowiadającą pojemności brzegowej butelki, dopełnia się wodą destylowaną do takiego poziomu, przy którym powierzchnia swobodna wody destylowanej znacznie dotykać ostrej krawędzi stożkowego otworu w płytce przyrządu. Wtedy dokonuje się odczytu wskazania wagi. Wynik ważenia jest masą wody destylowanej odpowiadającej masie wypełniającej pojemność brzegową butelki miarowej.

Na podstawie dokonanych i zapisanych wyników pomiarów, dla każdej z butelek dokonuje się obliczeń pojemności rzeczywistej i pojemności brzegowej w odniesieniu do 20 °C według następującego wzoru (zgodnie z [3]):

$$V_{20} = \frac{m_w \cdot 0,99985}{\rho_w - 0,0012} \cdot [1 - \beta \cdot (t_w - 20)] \quad (1)$$

gdzie:

- V_{20} – pojemność rzeczywista lub brzegowa butelki odniesiona do temperatury 20 °C, wyrażona w ml,
- m_w – wynik ważenia, masa wody odpowiadająca pojemności rzeczywistej lub brzegowej butelki, w g,

- t_w – temperatura wody destylowanej, w °C,
 β – współczynnik cieplnej rozszerzalności objętościowej materiału, z którego wykonano butelkę, w °C⁻¹;
 ρ_w – gęstość wody destylowanej w g/cm³, określona w zależności od temperatury t_w ,

Ponadto przeprowadza się obliczenia: błędu pojemności nominalnej butelki miarowej, jako różnicy pojemności nominalnej i rzeczywistej butelki, i błędu pojemności brzegowej butelki miarowej jako różnicy pojemności brzegowej deklarowanej przez producenta i pojemności brzegowej obliczonej powyżej. Wyniki obliczeń notowane są w zapisie sprawdzenia próbek butelek miarowych, odpowiedniej do przyjętej metody oceny wyników.

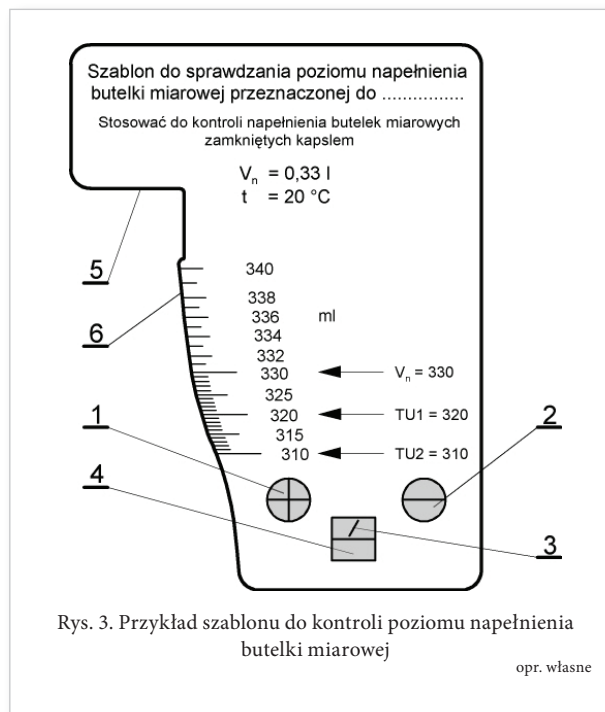
Następnie dokonuje się oceny wyników i ustala kryteria kwalifikujące partię butelek miarowych, w sposób opisany w Załączniku nr 6 do ustawy [1] oraz w Poradniku [3]. Opisana powyżej metoda sprawdzania butelek miarowych jest zgodna z metodą referencyjną wskazaną w ustawie o towarach paczkowanych.

Podsumowanie

W Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi sprawdzeń butelek miarowych dokonuje się przeciętnie dwa razy do roku, począwszy od 2004 r. W ostatnim pięcioleciu sprawdzono 20 partii butelek, co stanowi 730 przebadanych sztuk próbek.

Zgodnie z definicją butelki miarowej, podczas kontroli ilości towaru paczkowanego zawartego w butelce, nie ma konieczności wykonywania niezależnego pomiaru ilości nalewanej do niej cieczy. Nie zwalnia to jednak paczkującego od napełnienia butelki we właściwy sposób. Jednym z najprostszych i najszybszych sposobów sprawdzenia właściwego poziomu napełnienia butelki miarowej jest zastosowanie szablonu do takiego sprawdzenia, którego przykład przedstawia rysunek 3. Szablony takie, wykonane dla każdego z rodzajów butelek, stosują paczkujący w Niemczech i niemiecka administracja miar, zgodnie z [4].

Na rys. 3 zastosowano następujące oznaczenia: 1 – znak identyfikacyjny producenta szablonu, 2 – znak identyfikacyjny producenta butelki miarowej, do sprawdzania której jest przeznaczony szablon, 3 – numer kolejny szablonu / liczba szablonów wprowadzonych do użytkowania, 4 – numer świadectwa ekspertyzy szablonu wykonanej przez właściwą jednostkę administracji miar, 5 – krawędź bazowa,



6 – krawędź odwzorowująca kształt butelki w jej części pomiarowej. Aby szablon prawidłowo spełniał swoją funkcję, jego podziałka powinna być właściwie wyskalowana, na przykład przez jednostkę administracji miar. Do przeprowadzenia takiego skalowania szablonów Laboratorium Pomiarów Objętości Wydziału Termodynamiki OUM w Łodzi jest również przygotowane.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 7 maja 2009 r. o towarach paczkowanych (Dz. U. Nr 91, poz. 740 z późn. zm.).
- [2] *Guide on Directive 75/107/EEC Measuring Container Bottles* – dokument grupy roboczej WG 6 zajmującej się problematyką towarów paczkowanych europejskiej organizacji do spraw metrologii prawnej WELMEC (European Cooperation in Legal Metrology).
- [3] *Butelki miarowe. Poradnik*. Główny Urząd Miar, wrzesień 2013.
- [4] A. Liebegall, *Anforderungen an Messschablonen für Maßbehältnisse* (LME – Berlin, październik 2002 r.).

Odcinkowy pomiar prędkości

Danuta Jonaszek (Okręgowy Urząd Miar w Gdańsku)

W artykule opisano czynności wykonywane w Okręgowym Urzędzie Miar w Gdańsku, przy legalizacji pierwotnej prędkościomierzy kontrolnych pracujących w systemie odcinkowego pomiaru prędkości. Wyszczególnione zostały aktualne przepisy, obowiązujące przy legalizacji pierwotnej oraz wszystkie wymagania, jakie musi spełnić Wnioskodawca, aby legalizacja w miejscu ustawienia mogła się odbyć. Szczególną uwagę poświęcono obowiązkowi zapewnienia bezpieczeństwa w czasie i obszarze wykonywania legalizacji.

The article describes the steps of initial verification of the speedometers working in the control system of segmental speed measurement. The procedure is performed by the Regional Offices of Measures in Gdańsk. There are listed the current rules applied during the initial verification and all the requirements to be met by the Applicant in order to carry out the on-site verification. Particular attention was paid to the obligation to ensure the safety of the area at the time the verification takes place.

W nocy z 17 na 18 września 2014 r. OUM w Gdańsku dokonał legalizacji pierwotnej prędkościomierzy kontrolnych typu Velocity 3, wchodzących w skład tzw. odcinkowego pomiaru prędkości. Zgodnie z zatwierdzeniem typu, prędkościomierze pracujące w systemach odcinkowego pomiaru prędkości to zespół kamer cyfrowych (od 1 do 4), posiadających wbudowany mikroprocesor z funkcją rozpoznawania tablic rejestracyjnych i oświetlaczem podczerwieni, zain-

stalowanych na słupach z wysięgnikami nad jezdnią oraz szafka teletechniczna zawierająca m.in. kontroler, moduł i przełącznik komunikacyjny.

Zgodnie z zatwierdzonym typem przyrząd przeznaczony jest do pomiaru średniej prędkości pojazdu w oparciu o pomiar czasu, w jakim ten pojazd przebył odcinek drogi. Kamery umieszczone na początku i na końcu odcinka drogi są, względem kierunku ruchu pojazdów, skierowane na przód albo na

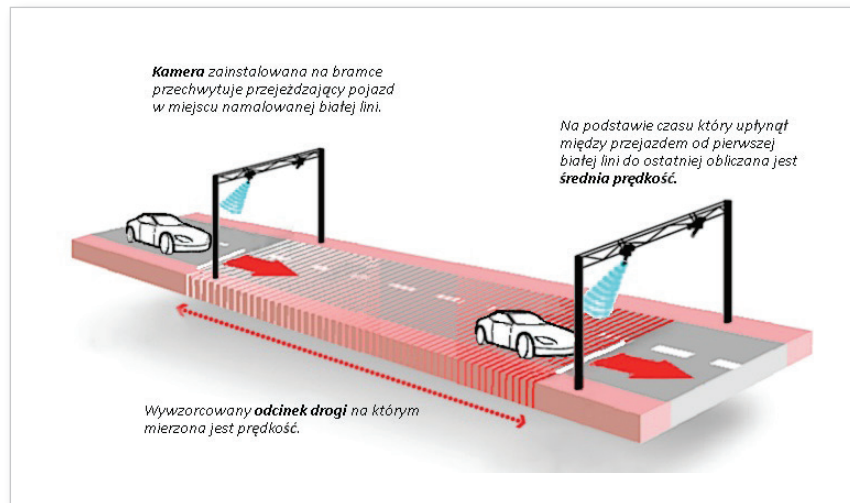


tył poruszającego się obiektu w taki sposób, aby możliwy był odczyt tablic rejestracyjnych (patrz zdjęcie).

Mówiąc w dużym uproszczeniu: pomiar rozpoczyna się w momencie, gdy pierwsza kamera wychwyci pojazd na początku danego odcinka. Gdy pojazd dotrze do drugiej kamery, system ponownie go odnotuje i obliczy średnią prędkość, z jaką się poruszał. Jeśli okaże się, że średnia prędkość jest większa od prędkości dopuszczalnej, zostaną wszczęte procedury, dokładnie takie same, jak przy przekroczeniu prędkości zarejestrowanym np. przez fotoradar. Odcinkowy pomiar prędkości wymusza na kierowcach jazdę ze stałą, nie większą od dopuszczalnej, prędkością na danych odcinkach. Kierowcy powinni być poinformowani, że gwałtowne hamowanie na końcu odcinka pomiarowego stwarza zagrożenie dla innych użytkowników ruchu drogowego i nic nie daje, gdyż liczy się czas przejazdu, a wszystkie przejeżdżające pojazdy są i tak filmowane. Mierzona jest prędkość średnia na całym odcinku.

Przystępując do legalizacji prędkościomierzy zainstalowanych na odcinku ul. Słowackiego (od skrzyżowania z ul. Potokową do skrzyżowania z ul. Złota Karczma; długość zmierzonego odcinka, na którym system jest zainstalowany, wynosi 1839,1 metrów), postępowaliśmy tak, jak w każdym przypadku legalizacji w miejscu zainstalowania, tj.: zgodnie z następującymi przepisami:

- rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 17 lutego 2014 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać przyrządy do pomiaru prędkości pojazdów w ruchu drogowym oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. z 2014 r. poz. 281).
- ustawą Prawo o miarach (Dz. U. z 2013 r. poz. 1069). Art. 8c, stanowiącym, że „Prawna kontrola metrologiczna może być przeprowadzona w miejscu zainstalowania lub użytkowania przyrządu pomiarowego, jeżeli wynika to z wymagań”.
- rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli me-



trologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. z 2008 r. Nr 5, poz. 29 i Dz. U. z 2010 r. Nr 110, poz. 728) stwierdzającym w § 19, że „W przypadku, gdy legalizacja przyrządu pomiarowego odbywa się w miejscu jego zainstalowania lub w miejscu użytkowania, organ administracji miar może wezwać wnioskodawcę do:

- udostępnienia specjalistycznego sprzętu, w szczególności wzorców miary i odpowiednich środków technicznych, oraz zapewnienia pomocy personelu pomocniczego w zakresie niezbędnym do dokonania legalizacji”,
 - dodatkowo, § 12.3. Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 14 czerwca 2013 r. mówi, że „Jeżeli procedura legalizacji wymaga użycia w czasie czynności pomiarowych pojazdu samochodowego, wnioskodawca ponosi koszty użycia takiego pojazdu...” (Dz. U. z 2013 r., poz. 808).
 - rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 17 lutego 2014 r., które podaje, że w czasie wykonywanych czynności legalizacyjnych sprawdzamy, czy wartości błędów dopuszczalnych są zgodne z zapisami w § 30 punkt 2: „Wartości błędów pomiarów, wykonanych w warunkach znamionowych użytkowania dla co najmniej 10 pomiarów różnych prędkości w zakresie pomiarowym przyrządu dla każdego mierzonego kierunku ruchu pojazdów, nie przekraczają wartości błędów granicznych dopuszczalnych”.
- Wartości błędów granicznych dopuszczalnych przyrządu są określone w § 21 punkt 2 ww. rozporządzenia i wynoszą w warunkach znamionowych:
- a) ± 3 km/h – dla prędkości do 100 km/h

- b) $\pm 3\%$ wartości mierzonej – dla prędkości powyżej 100 km/h”.

Instrukcje obsługi prędkościomierzy określają zakres pomiarowy w granicach (10 ÷ 250) km/h.

Ul. Słowackiego w Gdańsku jest jezdnią dwupasmową w każdym kierunku, o bardzo dużym natężeniu ruchu (zjazd z obwodnicy do miasta), co z góry przesądzało o tym, że pomiary mogą być prowadzone wyłącznie w nocy, kiedy natężenie ruchu jest znacznie mniejsze. Dla bezpieczeństwa zarówno pracowników przeprowadzających legalizację, jak i prawidłowości wykonywanych pomiarów, zasadnym było wyłączenie jezdni z ruchu. Wnioskodawca, spełnił powyższe wymagania, zapewniając właściwe i w pełni bezpieczne warunki wykonania legalizacji, a także przedstawiając następujące dokumenty:

- 1) formalne, tj. upoważnienie producenta do wszelkich czynności związanych ze zgłaszaniem do legalizacji pierwotnej, odpis z Rejestru Handlowego oraz zgodę właściciela drogi na zainstalowanie urządzeń odcinkowego pomiaru prędkości w konkretnych miejscach,
- 2) dodatkowe, gwarantujące bezpieczeństwo w czasie przeprowadzania czynności legalizacyjnych:
 - a) plan zabezpieczenia, dotyczący wykonania wzorcowania długości odcinka drogi oraz legalizacji pierwotnej prędkościomierzy kontrolnych, pracujących w systemie odcinkowego pomiaru prędkości (terminy i godziny realizacji, lokalizacja prędkościomierzy kontrolnych, sposób i formy zabezpieczenia drogi, opis prowadzenia prac oraz wykaz osób odpowiedzialnych za organizację zabezpieczenia na czas wzorcowania długości odcinka drogi i legalizacji pierwotnej prędkościomierzy kontrolnych);
 - b) zgodę właściciela drogi, tj. Zakładu Dróg i Zieleni w Gdańsku na zmianę organizacji ruchu i przeprowadzenie prac związanych z wykonaniem wzorcowania długości odcinka drogi oraz legalizacji pierwotnej prędkościomierzy kontrolnych, pracujących w systemie odcinkowego pomiaru prędkości, wraz z potwierdzeniem uczestnictwa policji i służb porządkowych zapewniających bezpieczeństwo uczestników legalizacji pierwotnej;
 - c) schemat tymczasowego oznakowania drogowego ulic, na których miały być przeprowa-

dzane wzorcowanie odcinka drogi i legalizacja pierwotna prędkościomierzy;

- d) samochód testowy wraz z kierowcą – w Gdańsku był to samochód rajdowy, prowadzony przez kierowcę jeżdżącego w wyścigach (samochód osiągał prędkość nawet ponad 210 km/h – co dawało średnią prędkość na poziomie 144 km/h), a w Gdyni samochód, osiągający prędkość powyżej 160 km/h – tak, aby średnia prędkość na całym odcinku przekroczyła 100 km/h;
- e) samojezdny podnośnik umożliwiający pracę w koszu na wysokości powyżej 4 m;
- f) legalizacja została przeprowadzona w godzinach od 23:30 do 4:00 na drodze wyłączony z ruchu drogowego, przy pełnym zabezpieczeniu przez policję.

OUM w Gdańsku ma właściwe wyposażenie (miernik prędkości umożliwiający pomiar prędkości na odcinku do 10 km, natomiast pomiar czasu na odcinkach nawet powyżej 10 km).

Oba odcinki ul. Słowackiego (w dół: 2073,2 m i w górę: 1839,1 m) zostały wyzorcowane przez pracowników Wydziału Masy, Siły, Długości i Kąta OUM w Gdańsku na zlecenie Wnioskodawcy, tydzień przed legalizacją prędkościomierzy kontrolnych, czyli w nocy z 10 na 11 września 2014 r. Biorąc pod uwagę ukształtowanie terenu obu odcinków, pomiary wykonywano przymiarem wstęgowym, zapewniając tym samym odpowiednią dokładność wyznaczenia ich długości. W czasie wzorcowania drogi pasy jezdni były wyłączane na zmianę – najpierw jezdnie prowadząca pod górę, a następnie odcinek prowadzący w dół. Dodatkowo Wnioskodawca zapewnił ochronę w postaci oznakowanego sygnalizacją świetlną samochodu, który jechał wolno za pracownikami urzędu.

Pomiary prowadzone w tym układzie odbywały się z niepewnością pomiaru (dla odcinka drogi na poziomie 0,06 % oraz prędkości rzędu 0,5 %) i odniesieniem do państwowych wzorców jednostek miar czasu i częstotliwości oraz długości.

W nocy z 17 na 18 września w godzinach 23:30–4:00, po sprawdzeniu wszystkich zabezpieczeń (pasy drogi, na których odbywały się wzorcowanie i legalizacja, a także oznakowanie i zabezpieczenie drogi wykonane były zgodnie z dokumentem „Schemat tymczasowego oznakowania drogowego”, dodatkowo, mimo wprowadzonych zmian w organizacji ruchu, na całym odcinku obecni byli pracownicy oraz



Właściciel / operator	Nr rejestracji	GOAUTO
	Marka:	,
Wykroczenie: Przechr. doz. prędkości	Prędkość:	144 km/h
Data i czas: 2014-09-18, 3:39:41	Dozw. prędkość:	10 km/h
Miejsce: Gdansk;		



policjanci, czuwający nad wprowadzonymi zmianami i bezpieczeństwem ruchu) przystąpiliśmy do pomiarów. Do dyspozycji mieliśmy trzy samochody, które pokonywały wywzorcowane odcinki drogi z różnymi prędkościami. Każdy z samochodów wykonywał po 10 pomiarów w obu kierunkach. Wprowadzono dane o długości odcinków do miernika prędkości (miernik znajdował się w urzędowym samochodzie, albo pracownik urzędu z miernikiem jechał w dostępnym nam samochodzie). Średnia prędkość, z jaką jechał samochód, była podawana na wydruku z miernika prędkości po każdym przejeździe i porównywana z danymi wyświetlanymi z systemu na monitorze. Miernik umieszczony w samochodzie łączył się bezprzewodowo drogą radiową z fotokomórkami pomiarowymi, umieszczonymi w punktach po obu stronach pasa drogi. Prędkości średnie wszystkich przejazdów, zarówno tych do 100 km/h, jak i tych powyżej 100 km/h mieściły się w przedziale błędów, tj. ± 3 km/h (maksymalny błąd: 1,2 km/h), co pozwoliło nam na pozytywną ocenę badań drogowych zgłoszonych prędkościomierzy, a co za tym idzie wydanie świadectwa legalizacji i nałożenie cech zabezpieczających.

Cały czas monitorowaliśmy dane na zdjęciach referencyjnych. Zdjęcia z początku odcinka pomiaro-

wego zawierają: datę pomiaru, czas wjazdu pojazdu na odcinek pomiarowy, nazwę miejsca dokonania pomiaru oraz identyfikację pasa ruchu. Zdjęcia z końca odcinka pomiarowego zawierają średnią prędkość pojazdu w km/h, maksymalną dopuszczalną prędkość, długość odcinka pomiarowego w metrach, czas przejazdu przez odcinek pomiarowy, oznaczenie typu prędkościomierza (nr seryjny, nr kolejny dokumentu, datę dokonania pomiaru, czas wyjazdu pojazdu z odcinka pomiarowego, nazwę miejsca wykonania pomiaru oraz identyfikację pasa ruchu). Dokumentację wykroczenia stanowi dokument zawierający opis i dwa elektronicznie podpisane zdję-





cia referencyjne – z początku i z końca odcinka pomiarowego. Zapis „metrologicznie niezwyfikowano” dotyczy stanu przed legalizacją, po legalizacji będzie zapis daty legalizacji.

Udostępniony do pomiarów samochodów, prowadzony przez rajdowego kierowcę, dał nam możliwość przejazdu z wysokimi prędkościami, tj. od 160 km/h do 217 km/h, czyli prawie do końca zakresu pomiarowego prędkościomierza. Średnia osiągnięta prędkość na całym mierzonym odcinku wyniosła – jak widać powyżej – 144 km/h.

Cechy zabezpieczające zostały umieszczone na przyrządzie w miejscach określonych w decyzji zatwierdzenia typu, czyli: na uchwycie cyfrowej kamery oraz w szafce teletechnicznej (na połączeniu modułów, na połączeniu modułu i przełącznika komunikacyjnego z szafką teletechniczną oraz na połączeniu modułu z szafką teletechniczną).

Chciałabym zwrócić uwagę, że oprócz właściwego wyposażenia i niezbędnych kompetencji, pracow-

nicy OUM w Gdańsku posiadają uprawnienia do pracy na wysokościach (nakładanie cech na kamerach, które są umieszczone na wysokości ok. 4 m nad jezdnią). Tu należy przewidzieć sytuację, kiedy kosz dźwigu uniesie tylko jedną osobę – tą osobą musi być urzędnik, co oznacza, że powinien mieć uprawnienia do obsługi podnośnika.

Reasumując, aby poprawnie wykonać czynności legalizacyjne prędkościomierzy, stanowiących składowe odcinkowego pomiaru prędkości, musi zostać spełnionych kilka warunków. Poza właściwym wyposażeniem i kompetencjami pracowników urzędu, najważniejsze jest zapewnienie bezpieczeństwa osób i mienia przed wjazdem na zajęty pas drogowy pojazdów niezwiązanych z prowadzonymi pracami. A obejmują one zarówno wzorcowanie długości odcinka drogi i legalizację prędkościomierzy kontrolnych, jak również ochronę zajętego pasa drogowego przed wejściem osób niepowołanych.

fot. arch. OUM w Gdańsku



Wielkości i... metrologia

Jerzy Borzymiński (Zakład Promieniowania i Drgań, GUM)

Prace terminologiczne w dziedzinie metrologii budzą szerokie zainteresowanie i liczba chętnych do uczestnictwa w nich jest duża. Wynika to zapewne z chęci uporządkowania pojęć i terminów, które występują w prowadzonych pracach oraz w literaturze – metrologia jest nauką obecną w bardzo licznych zastosowaniach praktycznych, a to sprzyja powstawaniu terminologii środowiskowych. Być może zachętą jest tu też czasem pozorna łatwość zagadnień terminologicznych – można ulec złudzeniu, że prace terminologiczne dotyczą w gruncie rzeczy słownictwa, a tutaj wszyscy chętni do zabrania głosu czują się jednakowo predestynowani. Bywa, niestety, że dyskusje terminologiczne nabierają cech płytkich sporów o znaczenie słów i sformułowań, w których pojawiają się argumenty pozamerytoryczne. Czasem też pojawia się postulat, że terminologia powinna być prosta i „rozumiała dla praktyków”, a nawet, że niektóre terminy są tak proste i oczywiste, że sens prac terminologicznych jest w odniesieniu do nich wątpliwy. Celem niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi na złożoność jednego z podstawowych pojęć metrologii, jakim jest ‘wielkość’. Pokazano zatem, jakie były początki procesu jego kształtowania się, aspekty, w jakich pojęcie to można rozważać, i jego uniwersalny charakter.

In the paper, various aspects are considered of the concept ‘quantity’. Besides the concept ‘measure’ it is one of the fundamental notions in metrology. The earliest times of the art of measurement are recalled and its quick development is mentioned. Described is the impact of the ancient science on the development of the theory of measurement. Way to the concept ‘quantity’ is shortly reviewed and its relation with the concept ‘measure’ is considered. Analogies between the quantities pertaining to different phenomena are reviewed.

Były od zawsze – miary i wagi

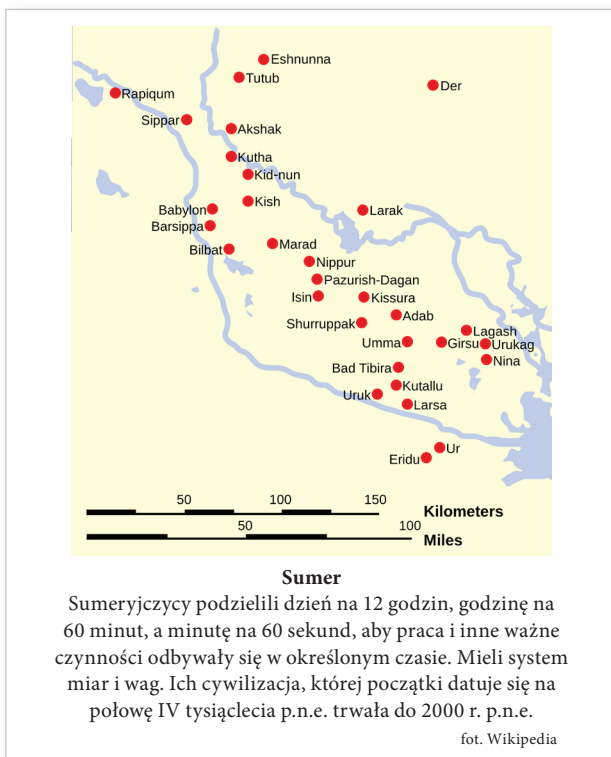
Pojęcie wielkości, tak ważne w metrologii oraz w ogóle w nauce, nie było chyba znane przez bardzo długi czas po tym, jak – różne zapewne ludy – opanowały umiejętność ważenia i mierzenia. Pojęcia miary i wagi związane są mocno z rozwojem cywilizacji. Kiedy człowiek, czy – jak powiedzieliby niektórzy – gatunek ludzki nauczył się mierzyć, nie da się chyba w żaden sposób ustalić, ale z drugiej strony nie sposób się zadowolić konkluzją, że było to „bardzo dawno”, czy „u zarania dziejów”. Mierzenie i ważenie bez wątplenia było już w tych najdawniejszych czasach bardzo przydatną i cenną umiejętnością praktyczną, pogłębianą i doskonaloną dzięki spostrzeżeniom czynionym przy okazji jej praktycznych zastosowań. Poszukując odpowiedzi na pytanie o początki tej umiejętności, warto zwrócić uwagę, że najstarsze osiedla i miasta, a więc miejsca, gdzie musiała zachodzić wymiana dóbr i egzekucja powinności (czyli sytuacje, w których mierzenie i ważenie wydaje się niezbędnymi), to m.in.:

- Aleppo, a zwłaszcza położone 25 km na północ od niego Tel al-Qaramel, gdzie odkryto¹ ślady zabudowy stałego osiedla o nierolniczym charakterze, szacowane na ok. 13 000 lat;
- liczące sobie po 11 000 lat Damaszek i Jerycho, w którym mury miejskie istniały już ok. 6800 r. p.n.e.;
- Rayy (na terenie dzisiejszego Wielkiego Teheranu), liczące sobie 8000 lat;
- istniejące 6000 lat temu miasto na terenie dzisiejszego Płowdiwu (Bułgaria).

Warto te dane zestawić jeszcze z paroma innymi danymi historycznymi i zwrócić uwagę, że:

- 10 000 lat p.n.e. na Ziemi żyje 1–10 mln ludzi;
- 7500–6000 lat p.n.e. powstaje Jezioro Ancylusowe, trzeci etap rozwoju dzisiejszego Morza Bałtyckiego;
- 9000 lat p.n.e. istnieje rozwinięta gospodarka rolno-hodowlana (m.in. udomowienie kozy na sub-

¹ Polsko-syryjską misją archeologiczną, która dokonała tych odkryć, kierował prof. Ryszard Mazurowski z Uniwersytetu Warszawskiego.



kontynencie indyjskim, uprawa grochu fasoli, pieprzu, ogórków oraz hodowla bydła i trzody chlewnej w Tajlandii);

- 6500 lat p.n.e. Ziemię zamieszkuje 5–10 mln ludzi.

Warto mieć te dane na uwadze, kiedy chcemy prześledzić rozwój teorii i praktyki mierzenia. To, co rzuca się w oczy, kiedy patrzymy na przytoczone dane, to fakt, że 8,5 tys. lat temu zamieszkiwało Ziemię ponad 3 razy mniej ludzi niż obecnie Tokio, skądinąd najludniejsze miasto świata. Patrząc z dzisiejszej perspektywy – niewyobrażalnie mało. Osiedla o charakterze miejskim miały już wówczas historię liczącą ok. 4 tys. lat. Ponadto w okresie tym, w istotny sposób zmieniały się warunki geologiczne i klimatyczne na Ziemi. W świetle tych danych uderzające są zgodne ustalenia, prezentowane przez liczne publikacje dotyczące badań archeologicznych, że mniej więcej na przełomie IV i III tysiąclecia p.n.e. powstawały jednolite systemy (!) miar i wag w starożytnym Egipcie, Mezopotamii, Indiach i Elamie (tj. w dzisiejszym Iranie).

Odkrycia w dolinie Indusu wskazują, że istniejąca tam cywilizacja (ok. 2600 r. p.n.e.) dysponowała technikami pomiarów długości, masy i czasu, pozwalającymi osiągać bardzo wysokie dokładności. Dane wykopaliskowe potwierdzają istnienie systemu wzor-

ców i wzorcowania przyrządów pomiarowych. To wskazuje, że musiała istnieć już i teoria pomiarów. Mogła się ona rozwijać dzięki rozwojowi matematyki, która w starożytności osiągnęła poziom tak wysoki, że – często o tym nie wiedząc – wciąż korzystamy z jej zdobyczy nawet w dzisiejszych czasach. Szczególną rolę odegrała tutaj starożytna Grecja, gdzie w okresie od ok. 600 r. p.n.e. do 450 r. n.e. rozwinięto i uporządkowano wiedzę matematyczną, ujmując ją w spójny system. A co najważniejsze, znaczna jej część obejmowała zagadnienia miar i mierzenia.

Wielkość – pojęcie podstawowe i zasadnicze. Historia i matematyka

Słowo „wielkość” można uważać za jedno z głównych słów w każdym chyba języku. Bez niego, ani bez słów „dużo” i „mało” (jak też odpowiadających im form przymiotnikowych) trudno byłoby w ogóle porozumieć się. Pojęcia: ‘wielkość’, ‘dużo’, ‘mało’, przez swą uniwersalność i zastosowanie polegające na kwalifikowaniu przedmiotów, zjawisk i cech, są niezbędne do opisu stanów i działań. Można przypuszczać, że to, co dziś nazywamy wielkościami, jest produktem refleksji i pogłębiania się rozumienia przez człowieka jego pierwotnych doznań zmysłowych. Refleksja ta ma miejsce zarówno w historii ludzkości, jak i w in-



Eudoksos z Knidos

Tak wyobrażano go sobie po wieluset latach, bo nie zachował się żaden wizerunek skromnego i niezamożnego filozofa. Nie trafił na listę najwybitniejszych matematyków starożytnej Grecji. Musiało jednak upłynąć ponad 2 tys. lat, zanim całość Eudoksosa zastąpiła doskonalsza metoda. Dzisiaj niepamiętany, „przesłonięty” osobą Archimedeasa.

fol. Wikipedia

dywidualnym ludzkim życiu. Najpierw pojawia się rozróżnianie przedmiotów oraz postrzeganie ich kształtu i rozmieszczenia (odległości), przez co formują się pojęcia długości, objętości i pojemności. Potem pojawia się percepcja zmian zachodzących w otoczeniu człowieka. Uświadomienie sobie, że to, co człowiek widzi i odczuwa, ulega zmianie, a pewne zjawiska następują po innych, nasunęło zapewne zrozumienie teraźniejszości i przeszłości, a potem zidentyfikowanie pojęcia czasu. Również doświadczenie zmysłowe umożliwiło ukształtowanie pojęcia ciężaru, który przy przemieszczaniu przedmiotów i różnych pracach stale wymagał przewyżczenia, a bywał różny i czasem zmienny. Niejako logiczną konsekwencją wydaje się ukształtowanie pojęcia prędkości. Powstało ono zapewne jako wynik refleksji nad trwaniem, opartej na spostrzeżeniu, że pewne działania lub zjawiska trwały krócej, a inne dłużej. Nad powyższymi kwestiami zastanawiało się wielu badaczy na przestrzeni kilkunastu stuleci. Np. skrajne stanowisko w tym zakresie przedstawił Immanuel Kant, który uważał, że czas i przestrzeń są *formami poznania* – sposobami, w jaki ludzki umysł grupuje i układa docierające do niego wrażenia. Od nich więc miałyby zależeć nasz obraz świata, którego istota miała być niepoznawalna. W każdym jednak razie dziś wiadomo na pewno, że wspomniane pojęcia dają się zdefiniować i wyrazić, także matematycznie.

Ukształtowanie tych pojęć możliwe było przez porównywanie, które najpierw było intuicyjną czynnością poznawczą, a potem stało się swego rodzaju narzędziem poznawczym. Określanie ilości towarów odbywało się poprzez porównanie pozwalające ustalić, że np. nieznaną ilość towaru jest identyczna z inną, znaną. Jednakże różne były drogi, które prowadziły do pomiarów poszczególnych wielkości. Najprościej było z pomiarem długości, gdzie można było stosować metodę bezpośredniego porównania lub metodę różnicową. Nieco inny rodzaj trudności wiązał się z pomiarem objętości. Każdy z tych przypadków narzucał inne wymagania. Pojemność była wielkością ważną przede wszystkim w wymianie towarowej, pomiary długości miały szerszą dziedzinę zastosowań: w technice, budownictwie, rzemiosłach. Szczególnie trudności wiązały się z pomiarem pola powierzchni. Współcześnie uważane za proste, pomiary pola powierzchni nieomal do okresu klasycznego w historii starożytnej Grecji były umiejętnością złożoną i trudną. Do czasów Eudoksosa z Knidos (czasy wojny

peloponeskiej) stosowano metodę kwadratury, niestety czasem zawodną, np. w przypadku koła.

Jeżeli zachodziła potrzeba pomiaru pola powierzchni ograniczonej krzywą, trudności były jeszcze większe i dopiero dzięki pracom Eudoksosa, można było (jeżeli znana była zasada konstrukcji krzywej) posłużyć się tzw. metodą wyczerpywania. Dziś wydaje się ona prosta, ale jej opracowanie było wielkim osiągnięciem w matematyce i dopiero prace Riemana przyniosły nową metodę, która ją zastąpiła.

Rozwój umiejętności i teorii mierzenia osiągnął znaczny poziom już w starożytności. Ale nie przyniósł on jeszcze wtedy ogólnego pojęcia wielkości i dużo odkryć miało nastąpić, zanim zrozumiano, co łączy wszystkie rodzaje wielkości i pomiarów.

W definicjach słownikowych

Jak widać, wpływ na ukształtowanie się pojęcia wielkości musiało mieć mierzenie ilości, albo ilościowe określanie cech przedmiotów, działań i zdarzeń. Można powiedzieć, że pojęcia ilości i wielkości poniekąd ze sobą konkurują. To, co my nazywamy wielkością, posiada identyczną nazwę w języku francuskim i niemieckim – odpowiednio: *grandeur* i *Grösse*, ale już w języku angielskim używa się terminu *quantity*, a w języku włoskim *quantità*, które w języku codziennym oznaczają ilość.

Rozwój nauki i techniki przyniósł wiele, nieoczekiwanych czasem, odkryć odnoszących się do pojęcia ‘wielkość’. W tej sytuacji koniecznością okazało się opracowanie definicji wielkości, co stało się przedmiotem międzynarodowych prac w zakresie terminologii metrologicznej. Na końcu długiego łańcucha napotykamy definicję, którą podaje Międzynarodowy Słownik Metrologii (2008 r.).

Definicja ta (patrz: ramka) jest słuszna, ścisła, wystarczająco ogólna i przydatna w praktyce pomiarowej. Międzynarodowy Słownik Metrologii z samej swej natury, jak też w kategoriach wydawniczych, jest przewodnikiem, który należy stosować m.in. jako jeden ze środków służących zapewnieniu jednolitości miar w skali światowej. Nie jest jednak jego celem ani zamiarem wykluczenie wszelkiej dyskusji nad podstawowymi i ogólnymi pojęciami metrologii, ani też wyeliminowanie innych możliwych definicji zawartych w nim pojęć (co, niestety, czasem próbują osiągnąć niektórzy prawodawcy). Dlatego zgodne z ideą Słownika i potrzebne dla lepszego rozumienia pod-

stawowych pojęć metrologii jest rozważanie aspektów, których Słownik z uzasadnionych względów nie podnosi (wieloaspektowa analiza pojęć byłaby zbyt skomplikowana dla wielu użytkowników Słownika i mogłaby utrudniać praktyczne jego zastosowania). Ta refleksja w pełni odnosi się do pojęcia wielkości.

Pojęcie wielkości w badaniach naukowych

Pojęcie wielkości, niezbędne do rozróżniania, porównania i uporządkowania – używając języka fizyki – ciał i zjawisk, potrzebne jest również, żeby można było doskonalić techniki pomiaru. Porównywanie, mierzenie i odmierzenie oraz odważanie same stały się narzędziami badawczymi. Eksperyment badawczy wymaga zbudowania modelu pojęciowego zjawiska, potem jego modelu matematycznego i zweryfikowania tego ostatniego poprzez pomiar. Metodyka eksperymentu naukowego, znana w starożytności, rozwinęła się w okresie ostatnich kilkuset lat i powszechnie stosowana przyczyniła się do niebywałego rozwoju nauki. Wzbogaciła nawet warsztat teoretyków, którzy zaczęli się posługiwać „doświadczeniem myślowym”.

Istotną rolę odgrywa w tej dziedzinie zasada abstrakcji. Abstrahowanie jest sposobem rozumowania polegającym na odrzuceniu części cech przedmiotów fizycznych w celu wyeksponowania cech pożądaných. Taki sposób rozumowania pozwolił stworzyć wszystkie obiekty matematyczne. Z kolei jako wynik abstrakcji wielostopniowej powstały m.in. przestrzenie metryczne – jako abstrakt abstraktu, a w końcu przestrzenie topologiczne jako abstrakt przestrzeni metrycznych. Wynikiem tego sposobu rozumowania było stworzenie pojęć poszczególnych wielkości, jak też ogólnego pojęcia wielkości.

1.1 (1.1)

wielkość

właściwość zjawiska, ciała lub substancji, którą można wyrazić ilościowo za pomocą liczby i odniesienia

UWAGA 1. W ogólnym pojęciu ‘wielkość’ zawiera się kilka poziomów pojęć szczegółowych, co pokazane zostało w poniższym zestawieniu. W lewej kolumnie pokazano pojęcia szczegółowe zawierające się w pojęciu ‘wielkość’. One z kolei są pojęciami ogólnymi w odniesieniu do poszczególnych wielkości w prawej kolumnie tablicy.

długość, l	promień, r długość fali, λ	promień okręgu A , r_A lub $r(A)$ długość fali promieniowania D sodu, λ_D lub $\lambda(D; Na)$
energia, E	energia kinetyczna, T ciepło, Q	energia kinetyczna cząsteczki i w danym układzie, T_i ciepło parowania i -tej próbki wody, Q_i
ładunek elektryczny, Q rezystancja elektryczna, R		ładunek elektryczny protonu, e rezystancja elektryczna rezystora i w danym obwodzie, R_i
stężenie molowe składnika B , c_B		stężenie molowe etanolu w i -tej próbce wina, $c_i (C_2H_5OH)$
stężenie składnika B , C_B		liczność erytrocytów w i -tej próbce krwi, $C(Erc; B_i)$
twardość w skali Rockwella C (obciążenie 150 kg), HRC (150 kg)		twardość w skali Rockwella C i -tej próbki stali, HRC $_i$ (150 kg)

UWAGA 2. Odniesieniem może być **jednostka miary, procedura pomiarowa, materiał odniesienia** lub ich kombinacja.

UWAGA 3. Symbole wielkości podane są w serii norm ISO 80000 i IEC 80000 *Quantities and units*. Symbole wielkości pisane są kursywą. Dany symbol może oznaczać różne wielkości.

UWAGA 4. Preferowany format IUPAC-IFCC dla oznaczania wielkości w medycynie laboratoryjnej jest następujący: „Układ–Składnik; rodzaj wielkości”.

PRZYKŁAD „Plazma (Krew) – Jon sodu; stężenie molowe równe 143 mmol/l u danej osoby w danym czasie”.

UWAGA 5. Wielkość została tu zdefiniowana jako skalar. Jednakże wektor lub tensor, których składowe są wielkościami, są także uważane za wielkości.

UWAGA 6. Można dokonać podziału pojęcia ‘wielkość’ na pojęcia szczegółowe, np. ‘wielkość fizyczna’, ‘wielkość chemiczna’ i ‘wielkość biologiczna’, albo na **wielkości podstawowe i wielkości pochodne**.

Szczególną rolę odgrywa to, co daje początek abstrakcji – ciało lub zjawisko materialne. Historia odkryć i wynalazków pokazuje, że punktem wyjścia rozumowania abstrahującego nie zawsze jest samo ciało albo zjawisko, ale bardzo często jakiś związany z nimi efekt. Ilustracją tego może być rozwój pomiarów temperatury. Można ją mierzyć wykorzystując różne zasady pomiaru. Najstarszą chyba pomiarową skalą temperatury jest skala Newtona (ok. 1700 r.). Efektem zmian temperatury, jaki wykorzystał w pomiarze Newton, były zmiany objętości oleju lnianego pod wpływem ogrzewania. Swoją przyrząd nazwał termometrem, ale nie posługiwał się (!) pojęciem temperatury – mówił o stopniach ciepła. Mierzenie „stop-

ni ciepła” było więc etapem na drodze do pojęcia temperatury. Jeszcze większy wpływ miały pośrednie efekty oddziaływania prądu i ładunku elektrycznego na zdefiniowanie wielkości elektrycznych.

Czasem wrażenia odbierane za pośrednictwem zmysłów bardzo trudno jest uczynić mierzalnymi i pewne wielkości nie dają się zmierzyć w sposób uważany dziś za oczywisty, tzn. przy zastosowaniu skali ilorazowej bądź przedziałowej. Bardzo spektakularnym przykładem jest tu np. pomiar chropowatości, twardości, czy trudno uchwytnych cech, które znamy przede wszystkim jako wrażenia zmysłowe (zapach, miękkość itp.): żeby je zmierzyć trzeba zaangażować inne wielkości, ale – poprzez model nawiązujący do budowy narzędzia pomiarowego.

Nawiasem mówiąc, rozwój nauki dostarcza – co wydaje się paradoksalne – coraz więcej nowych problemów badawczych, wobec których coraz więcej wątpliwości budzi zasadność pytania, ile jest wielkości, albo kiedy można by powiedzieć, że udało się poznać wszystkie.

Wielkość i miara

Związek wielkości z mierzaniem nie ulega wątpliwości. Ale, z kolei, mierzenie kojarzy się z miarą. W praktyce metrologicznej, zwłaszcza laboratoryjnej można zetknąć się z pojęciem ‘miara materialna’. Niekoniecznie musi to być jednostka miary, albo wzorzec miary (którego to terminu w żadnym razie nie należy uważać za tożsamy znaczeniowo z pojęciem ‘wzorzec pomiarowy’). Miara materialna, kalka językowa angielskiego „material measure” może wywoływać skojarzenie z wyrażeniem „zmaterializowana wielkość”. Czy takie skojarzenie byłoby uzasadnione?

3.6 (4.2)

miara materialna

przyrząd pomiarowy odtwarzający lub dostarczający w czasie jego używania, w sposób ciągły, **wielkości** jednego lub więcej **rodzajów**, wraz z przyporządkowanymi im **wartościami wielkości**

PRZYKŁADY Odważnik wzorcowy, naczynie do pomiaru objętości (z jedną lub kilkoma wartościami wielkości, ze **skalą wartości wielkości** lub bez niej), wzorcowy rezystor elektryczny, przymiar liniowy, płytka wzorcową, wzorcowy generator sygnału, **certyfikowany materiał odniesienia**.

UWAGA 1. Wskazanie miary materialnej jest przyporządkowaną jej wartością wielkości.

UWAGA 2. Miara materialna może być **wzorcem pomiarowym**.



Tales z Miletu

Jeden z wielu kojarzonych z nim wizerunków. Do dziś bywa nazywany ojcem nauki, filozofii i geometrii. Współcześni uważali go za mędrca. Z pewnych przekazów można wnioskować, że bardzo dobrze radził sobie w tym, co nawet po polsku nazywa się biznesem.

foto. Wikipedia

Patrząc na wzorcowy generator sygnału chyba nie całkiem zgodzilibyśmy się, żeby mogła to być miara zmaterializowana, ale w przypadku, powiedzmy, płytki wzorcowej o wymiarze nominalnym, np. 25 mm trudno nie zgodzić się z faktem, że mamy przed sobą zmaterializowane 25 mm, czyli zmaterializowaną wartość wielkości. Tak podpowiadałaby nam intuicja wsparta doświadczeniem poznawczym „pięciu zmysłów”. Ale, znowu, refleksja nad tym spostrzeżeniem podważa nasze wcześniejsze wątpliwości co do zaklasyfikowania wzorcowego generatora sygnału.

W różnych podręcznikach matematyki (których metrolog ignorować nie może) napotkać można zadania, w których sformułowano np. taki problem do rozwiązania: Jaka jest miara kąta? Po rozwiązaniu go i sprawdzeniu, jaka jest odpowiedź, możemy stwierdzić, że owa „miara” to np. 87°, choć jednocześnie nie mamy wątpliwości, że 87° to „wartość wielkości”.

Przy omawianiu twierdzenia Talesa dowiadujemy się, że miarą odcinka jest inny, krótszy odcinek, odkładany na nim, a liczba „odłożeń” jest miarą odcinka mierzonego, z nadmiarem lub z niedomiarem. Dalej, z reguły, mówi się w tym wykładzie o wspólnej mierze dwóch odcinków i o... jednostce miary.

Mówiąc o pojęciu miary w matematyce starożytnej, warto może raz jeszcze zwrócić uwagę na związek ówczesnych rozważań teoretycznych z praktyką.

Zainteresowanie i podziw budzi fakt istnienia w starożytności jednostek miar i wzorców pomiarowych. Znacznie mniej uwagi zwraca się na to, jak stosowano owe łokcie, stopy, talenty czy miny. Wydawać się może, że „mierzone i już”. Tymczasem jest to kwestia znacznie bardziej skomplikowana. Ciekawy jest przypadek pola powierzchni. Wprawdzie pole prostokąta i konsekwentnie trójkąta oraz wszystkiego, co się na trójkąty podzielić dało, dość szybko (jeśli uwzględnimy omówioną na początku perspektywę czasową) „rozpracowano”, ale już z kołem szło gorzej. Babilończycy ok. 2000 r. p.n.e. szacowali wartość liczby π na 3, Archimedes na $22/7$. Klaudiusz Ptolemeusz na $3+(8/60)+(30/3600)$.

Był więc problem z dokładnością. Z innymi krzywymi był już duży kłopot. Znano, jak powiedzieliśmy, metodę kwadratury, ale nie zawsze była ona skuteczna. Dopiero Eudoksos z Knidos, badając właściwości proporcji, „za jednym zamachem” stworzył: podstawy do porównywania wyników pomiarów w różnych obszarach badawczych, definicję de facto liczb rzeczywistych oraz metodę wyczerpywania, tj. metodę obliczania pola powierzchni, pozwalającą obliczać m.in. pola różnych figur geometrycznych (zwaną całkowaniem starożytnych).

Różne konteksty, w jakich pojawiają się powyżej pojęcia ‘wielkość’ i ‘miara’, powodują chyba potrzebę wyjaśnienia ich wzajemnej zależności. Wbrew pozorom o wyjaśnienie nie trudno. Miara jest jednym z podstawowych pojęć w dziedzinie matematyki zwanej teorią miary. Szczegółową teorię miary opracowali m.in. Camille Jordan i Henri Leon Lebesgue.

Miara określana jest w niej jako funkcja przeliczalnie addytywna, określona na pewnej szczególnej przestrzeni X . Pomijając tu szczegółowe rozważania trzeba stwierdzić, że miara zbioru jest uogólnieniem



Liczba i przestępna i niewymierna. Równie potrzebna ludzkości, jak wynalazek koła. Jej wartość wyznaczano przez parę tysięcy lat. Potrzebna wszędzie i zawsze, a zwłaszcza w pomiarach wielkości. Czasem uważana za liczbę magiczną.

fol. Wikipedia



Henri Léon Lebesgue

W 1902 r. obronił na Uniwersytecie w Nancy pracę doktorską nt. *Intégrale, longueur, aire* („Całka, długość, pole”).

Zapoczątkowało to rozwój nowej dziedziny matematyki nazwanej teorią miary², której później odkryte zastosowania miały ogromne znaczenie w matematyce i poza nią.

fol. Wikipedia

geometrycznych pojęć: długość, pole, objętość. Wielkości mogą zatem być miarami. Nasuwa się więc pytanie, na ile uniwersalne jest to stwierdzenie.

Analogie i uogólnienia

Warto pamiętać, że wielkości fizyczne występują we wzorach opisujących prawa nauki, które z kolei stanowią składniki pojęciowego modelu świata materialnego. Cytowana wyżej definicja wielkości jest słuszna i przydatna, ale koncentrując się de facto na wyrażaniu wielkości, nie niesie informacji o naturze wielkości i nie traktuje w sposób wyczerpujący wszystkich aspektów tego pojęcia. Uzupełniając ją więc można by powiedzieć, że wielkości fizyczne są to uwarunkowane zmysłowo abstrakcje potrzebne do zbudowania teoretycznego modelu zjawiska w świecie materialnym.

² Prace w tej dziedzinie stały się w latach międzywojennych „polską specjalnością”. Całka Lebesgue’a dała również poniekąd początek karierze wielkiego polskiego matematyka, Stefana Banacha. Inny wybitny polski matematyk, profesor Hugo Steinhaus, idąc kiedyś przez krakowskie Planty usłyszał, jak dwóch młodych ludzi dyskutuje o całce Lebesgue’a. Jednym z nich był Stefan Banach. Było to w 1916 r. Za wstawiennictwem profesora Steinhausa młody człowiek uzyskał stanowisko asystenta. W 1927 r. Stefan Banach został profesorem zwyczajnym Uniwersytetu Jana Kazimierza.

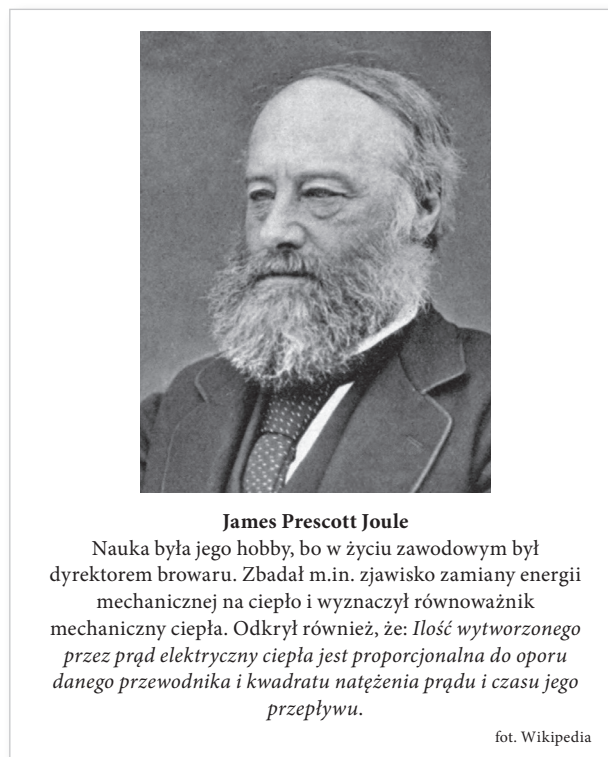
Już doświadczenia Jamesa Joule'a (w latach 1843–1845) pokazały, że suma ciepła i pracy wykonanej nad układem jest równa zmianie energii wewnętrznej układu.

Jest to pierwsza zasada termodynamiki, znana również jako zasada zachowania energii. Badania m.in. zależności różnych wielkości od energii pozwoliły na ujawnienie bardzo ważnego faktu: równania określające energię, które zależnie od postaci energii wiążą różne wielkości, mają analogiczną formę, jeśli chodzi o operacje matematyczne zawarte w nich.

Ponadto porównując te równania (tablica 1) zauważa się, że występują w nich – w analogicznym porządku – wielkości, które – z pozoru inne dla każdej postaci energii – stanowią pewien, w każdym przypadku powtarzający się, układ. Można więc mówić o „wielkościach uogólnionych”, tj. o uogólnionej sile, uogólnionym przesunięciu, uogólnionej prędkości itd. Natomiast moc i energia w każdym przypadku po prostu „są sobą” i nie wymagają uogólnień.

Stosowanie analogii ma charakter praktyczny i możliwe jest stosowanie odmiennych analogii przy rozważaniach odnoszących się do tej samej postaci energii. Np. stosowana jest również pewna analogia (inna niż pokazana w tablicy 1), w której jako uogólniona siła traktowany jest prąd elektryczny, jako uogólniona prędkość – napięcie; uogólnione przesunięcie ma wówczas postać $\int E dt$.

Charakterystyczną cechą wspomnianych analogii jest odniesienie do układu wielkości mechanicznych – porównuje się wielkości zdefiniowane drogą abstrakcji do zmysłowo postrzegalnych i niemal „zmysłowo mierzalnych” wielkości w otaczającym nas świecie materialnym. Możliwość wspomnianych analogii i uogólnień, a także możliwość stosowania zasady abstrakcji przy definiowaniu wielkości pokazuje, że rozumienie pojęcia wielkości może mieć wiele aspek-



tów i że definicja odnosząca się do sposobu, w jaki w danej chwili można wyrazić pewną cechę zjawiska, ciała lub substancji, dotyczy zaledwie jednego z nich. Próba stworzenia jednej szczegółowej definicji wielkości byłaby niezmiernie trudna i chyba nie bardzo przydatna. Uderzający jest fakt wielorakich wzajemnych zależności wielkości i ich związek z energią. Jeżeli mamy na względzie, że wielkość jest pewną właściwością postrzegalną za pomocą ludzkich zmysłów, to zauważyć można, jak trudna może być droga od wrażenia zmysłowego do uczynienia pewnych wrażeń mierzalnymi. Z kolei, teoria miary pokazuje nam, jak daleko należy wyjść poza świat konkretów, aby odnaleźć to, co w istocie wspólne jest dla pewnych właściwości otaczającej nas materialnej rzeczywistości, które to właściwości postrzegamy jako „ze swej natury” odmienne.

Na zakończenie zauważyć trzeba, że w powyższych rozważaniach, w których sięgnięto nawet do czasów określanych jako prehistoria, mowa była w zasadzie o „świecie mechaniki klasycznej”. Mechanika kwantowa każe spojrzeć na dziedzinę mierzenia i „wielkości mierzalnych” w zupełnie inny sposób.

Tablica 1

Lp.	Wielkości			
	elektryczne	mechaniczne w ruchu		w mechanice płynów
		liniowym	obrotowym	
1.	prąd (elektryczny), $I = dq/dt$	siła, F	moment siły, M	strumień objętości, Q
2.	napięcie, U	prędkość, v	prędkość kątowna, ω	ciśnienie (różnica ciśnień), p
3.	ładunek elektryczny, $q = \int I dt$	przesunięcie, $x = \int v dt$	kąt płaski, $\beta = \int \omega dt$	objętość, $V = \int Q dt$
4.	moc $P = IU$	moc $P = Fv$	moc $P = M\omega$	moc $P = Qp$

Zasady wprowadzania na polski rynek wyrobów z metali szlachetnych za pośrednictwem Internetu

Katarzyna Tarczoń (Naczelnik Wydziału Nadzoru OUP w Krakowie)

Wojciech Jarzyna (Inspektor Wydziału Nadzoru OUP w Krakowie)

Artykuł przedstawia podstawowe zagadnienia, na które powinien zwrócić uwagę każdy konsument, dokonujący zakupu wyrobów z metali szlachetnych za pośrednictwem Internetu. Omówiono również zasady, których powinien przestrzegać każdy podmiot oferujący takie wyroby do sprzedaży.

This article presents basic issues, which should be noted by every consumer purchasing precious metal products via the Internet, as well as rules to be followed by every seller offering such products.

Wstęp

Aktualnie coraz większą popularnością cieszą się zakupy dokonywane za pośrednictwem Internetu. Dotyczy to także wyrobów z metali szlachetnych. Wszystkie istotne sprawy z zakresu obrotu wyrobami z metali szlachetnych reguluje w Polsce ustawa z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (Dz. U. Nr 92 poz. 529). Jednakże w ustawie tej brak odrębnych przepisów dla tzw. e-sprzedaży. Oznacza to, iż wszelkie zasady obrotu wyrobami z metali szlachetnych w sposób tradycyjny, tzn. w sprzedaży bezpośredniej lub w placówkach sklepowych, znajdują zastosowanie również w obrocie internetowym. W obydwu przypadkach zatem, bez względu na realizowaną formę sprzedaży, podmiotom wprowadzającym do obrotu i dokonującym obrotu wyrobami z metali szlachetnych, przysługują jednakowe prawa, jak również ciążyą na nich te same obowiązki. Poniżej zostały omówione podstawowe zagadnienia, na które powinna zwrócić uwagę zarówno osoba oferująca, jak i nabywająca wyrób z metalu szlachetnego.

Umieszczanie znaku imiennego na wyrobach z metali szlachetnych

Znak imienny pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, kto (który przedsiębiorca) jest autorem konkretnego wyrobu wytworzonego w Polsce, lub też kto (który przedsiębiorca) wprowadza ten wyrób do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej. Po złożeniu właściwego wniosku o udostępnienie danych z rejestru

znaków imiennych w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Krakowie lub w Warszawie, wnioskodawca może uzyskać dane dotyczące właściciela znaku imiennego, pozwalające na jego identyfikację.

Znak imienny musi zostać umieszczony na wszystkich wyrobach, które:

- są nowymi wyrobami wytworzonymi na terytorium Polski;
- są wyrobami ustawowo zwolnionymi z obowiązku badania i oznaczania w urzędach probierczych z powodu małej masy metalu szlachetnego, a które mogą być wprowadzone do obrotu na terytorium Polski bez cech probierczych lub świadectw badania i z tej możliwości sprzedawca tych wyrobów skorzystał. Jeśli wyroby takie zostały zgłoszone do badania do urzędu probierczego i oznaczone cechą probierczą, sprzedawca nie musi umieszczać na nich dodatkowo znaku imiennego.

Zasady oznaczania wyrobów cechą probierczą

Wizerunek cechy probierczej umieszczony na wyrobie gwarantuje, że zawartość metalu szlachetnego w stopie, z którego został wykonany wyrób, jest nie mniejsza niż zawartość określona dla danej próby metalu szlachetnego. Nie stosuje się tolerancji ujemnej, czyli odchyień poniżej obowiązujących prób. Zgodnie z obowiązującymi w RP przepisami, przed wprowadzeniem do obrotu cechą probierczą muszą zostać oznaczone wszystkie wyroby, w których masa użytego metalu szlachetnego dowolnej próby wynosi:

- co najmniej 1 gram dla złota,

- co najmniej 1 gram dla platyny,
- co najmniej 5 gramów dla srebra,
- bez względu na masę dla palladu.

W każdym przypadku, poprzez wyrób należy rozumieć jedną sztukę (nawet w przypadku biżuterii tradycyjnie wprowadzanej do obrotu parami, np. kolczyków lub spinek). Jeśli masa metalu szlachetnego zawartego w wyrobie nie przekracza podanych wyżej limitów, wyroby takie są ustawowo zwolnione z obowiązku badania i oznaczania cechami probierczymi. W tym przypadku, podmiot wprowadzający do obrotu takie wyroby lub dokonujący nimi obrotu jest zobowiązany do umieszczenia na metce dołączonej do sprzedawanego przedmiotu informacji o próbie użytego metalu szlachetnego oraz jego masie. Dopuszcza się możliwość użycia uniwersalnych metek informujących o tym, iż masa metalu szlachetnego, zawartego w wyrobie, nie przekracza wartości masy obowiągującej go do badania i oznaczenia cechą w urzędzie

probierczym. Przykład informacji umieszczonej na metce: 925 Ag < 5 g.

Do obrotu mogą zostać również wprowadzone wyroby oznaczone cechami probierczymi uznawanymi w państwach członkowskich Unii Europejskiej, honorowanymi na terytorium RP (wykaz tych państw jest dostępny na stronach internetowych okręgowych urzędów probierczych w Krakowie i w Warszawie).

W obrocie na terenie RP uznawane są także wyroby oznaczone cechami Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych (tzw. CCM – common control marks), które są umieszczane w 19 państwach członkowskich tej Konwencji i honorowane na ich terytoriach. Polska jest członkiem Konwencji od 2005 r. Wykaz państw, członków Konwencji i tabela cech konwencyjnych znajduje się na oficjalnej stronie www.hallmarkingconvention.org.

Poniżej zostały przedstawione przykłady wskazujące na konieczność lub brak konieczności oznaczenia cechami probierczymi wyrobów z metali szla-

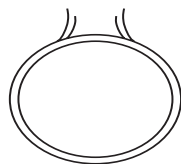
Przykład I



Pierścionek z brylantem wykonany ze złota próby 0,585 Au
Masa wyrobu: 1,5 g



Masa kamienia: 0,5 g



Masa złota próby 0,585 Au: 1 g

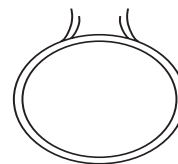
OBOWIĄZEK badania i oznaczania
cechami probierczymi



Pierścionek z brylantem wykonany ze złota próby 0,585 Au
Masa wyrobu: 1,5 g



Masa kamienia: 0,6 g

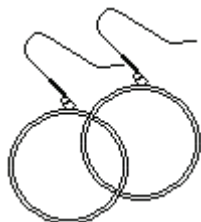


Masa złota próby 0,585 Au: 0,9 g

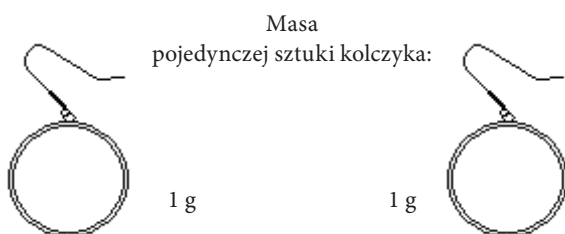
BRAK OBOWIĄZKU badania i oznaczania
cechami probierczymi



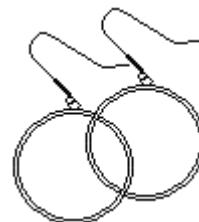
Przykład II



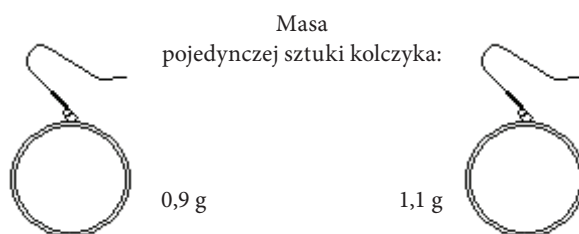
Para kolczyków wykonanych z platyny próby 0,850 Pt
Masa kompletu: 2 g



OBOWIĄZEK badania i oznaczania cechami probierczymi **OBYDWU SZTUK**



Para kolczyków wykonanych ze złota próby 0,333 Au.
Masa kompletu: 2 g



OBOWIĄZEK badania i oznaczenia cechą probierczą dotyczy **TYLKO JEDNEJ SZTUKI** – o masie 1,1 g

chetnych lub wyrobów zawierających metale szlachetne.

Opisy oferowanych w formie e-sprzedaży wyrobów z metali szlachetnych

W przypadku wyrobów z metali szlachetnych oferowanych w e-sprzedaży najczęściej występującym błędem jest nieprecyzyjny, niejednoznaczny opis wyrobów.

Generalnie, sprawa błędnych opisów dotyczy trzech kwestii:

- opisu cech,
- informacji o masie oferowanych do sprzedaży wyrobów,
- informacji o rodzaju i próbie metalu szlachetnego użytego do wytworzenia wyrobu.

W pierwszym przypadku, osoba wprowadzająca lub dokonująca obrotu wyrobem nie może podawać w opisie informacji o oznaczeniu tego wyrobu cechą

probierczą, jeśli nie widnieje na nim stosowny wizerunek. Zasadniczym błędem jest tutaj utożsamianie liczbowego oznaczenia informującego o próbie stopu (np. 925 lub 585) z cechą probierczą upoważniającą do obrotu. Wyżej wymienione i podobne oznaczenia liczbowe mogą zostać naniesione, przy użyciu powszechnie dostępnych numeratorów, na każdym wyrobie, bez żadnych ograniczeń, przez producenta, importera bądź sprzedawcę wyrobu lub nawet przez osobę fizyczną nie prowadzącą działalności gospodarczej. Cecha probiercza może zostać umieszczona jedynie przez urząd probierczy, po uprzednim zbadaniu wyrobu i ma rangę znaku urzędowego, a w Polsce potwierdza fakt wydania decyzji administracyjnej.

W drugim przypadku nieprecyzyjność opisów najbardziej uwidoczniła jest przy sprzedaży biżuterii oferowanej tradycyjnie w dwóch sztukach (np. kolczyków) oraz kompletów biżuterii (np. kolczyki + bransoletka + naszyjnik). Zasadą powinno się stać podawanie masy elementów z metalu szlachetnego nie tylko w odniesieniu do całego kompletu, ale rów-

niez pojedynczych przedmiotów wchodzących w jego skład lub też – w przypadku kolczyków – zaznaczenie, że podana wielkość masy odnosi się do każdej ze sztuk. Jest to bardzo istotna sprawa ze względu na wspomniane wyżej, określone w ustawie Prawo probiercze progi masy, decydujące o obowiązku badania i oznaczania wyrobów z metali szlachetnych oraz ustawowy obowiązek poinformowania kupującego o masie i próbie użytego w wyrobie metalu szlachetnego, w przypadku wyrobów o masie poniżej tych progów. Każda osoba zainteresowana oferowanym wyrobem, dzięki tej prawidłowo podanej informacji, będzie wiedziała, dlaczego wyrób nie został oznaczony cechami probierczymi.

Trzeci przypadek odnosi się głównie do wyrobów pokrywanych warstwowo innym rodzajem metalu szlachetnego (np. rodowanych, połączanych, posrebrzanych). Podstawowym błędem, jaki pojawia się w opisach tych wyrobów, jest brak informacji o wszystkich rodzajach metali szlachetnych zastosowanych w procesie ich produkcji. Należy również wyraźnie rozróżnić wyrób połączany od wyrobu wykonanego ze złota oraz wyrób posrebrzany od wyrobu wykonanego ze srebra o określonych próbach. W przypadku takich wyrobów, niezmiernie ważna jest informacja zarówno o rodzaju metalu szlachetnego, z którego wykonany jest wyrób, jak również o rodzaju metalu szlachetnego, zastosowanego jako warstwa wierzchnia. Z powodu błędnej informacji zdarza się, iż wyroby z metali nieszlachetnych pokryte warstwą złota lub srebra, nabywane są jako wyroby z metali szlachetnych.

Dostępność wizerunków cech probierczych

Każdy podmiot, dokonujący obrotu wyrobami z metali szlachetnych, jest zobowiązany do umieszczenia w miejscu widocznym dla klienta tabel z graficznymi wizerunkami cech probierczych, umieszczonych na wyrobach z metali szlachetnych, będących przedmiotem obrotu. Jeśli w miejscu obrotu wyrobami dostępne są przedmioty oznaczone np.: polskimi i czeskimi cechami, wymagane jest umieszczenie tabel cech probierczych tych dwóch państw. W przypadku e-sprzedaży obowiązek ten uznaje się za spełniony w przypadku dostępności wizerunków cech probierczych bezpośrednio na stronie internetowej podmiotu prowadzącego obrót wyrobami z metali szlachetnych.

Podsumowanie

Wszystkie powyższe zagadnienia odgrywają bardzo istotną rolę, szczególnie w sprzedaży internetowej. Ze względu na fakt, iż bezpośrednio oględziny wyrobu nie są możliwe, ranga prawidłowego opisu jest znacznie większa niż w sprzedaży realizowanej bezpośrednio. Właściwie sporządzone opisy wyrobów stanowią zarówno o tym, czy klient zainteresuje się danym wyrobem, jak i przede wszystkim – czy po jego otrzymaniu nabywca będzie czuł się usatysfakcjonowany dokonaniem zakupem, ponieważ przedmiot, który nabył, jest produktem odpowiadającym treści oferty jego sprzedaży.

Ważne:

W rozumieniu przepisów ustawy Prawo probiercze, wyrób wykonany z metalu nieszlachetnego, pokryty powłoką z metali szlachetnych oraz wyrób wykonany z metalu szlachetnego, pokryty powłoką z metali nieszlachetnych, traktowany jest jako wyrób z metalu nieszlachetnego i jeśli trafia do urzędu probierczego, jest po zbadaniu oznaczany znakiem „MET” (metal).

Redefinicja nieunikniona

Adam Żeberkiewicz (Gabinet Prezesa, GUM)

O historii kilograma, o tym, dlaczego świat odchodzi od materialnego wzorca jednostki masy, o redefinicji tej jednostki i o możliwych tego konsekwencjach rozmawiamy z Wojciechem Wiśniewskim, kierownikiem Laboratorium Masy, opiekunem państwowego wzorca jednostki masy – prototypu kilograma nr 51.

This article describes the history of the Polish measurement standard of mass – prototype of kilogram No 51. This article informs the readers how the international metrology is preparing to the redefinition of this measurement standard and what changes are expected in this field. The Bulletin “Metrology and Hallmarking” interview with Wojciech Wiśniewski – Head of Mass Laboratory, measurement standard of mass supervisor.

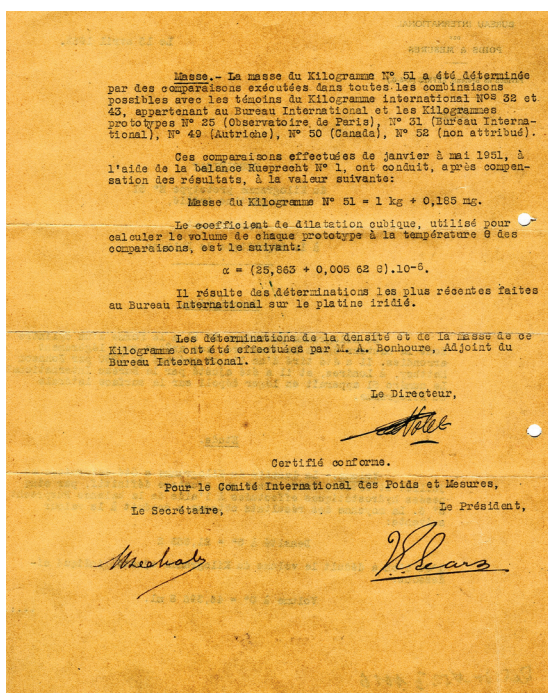
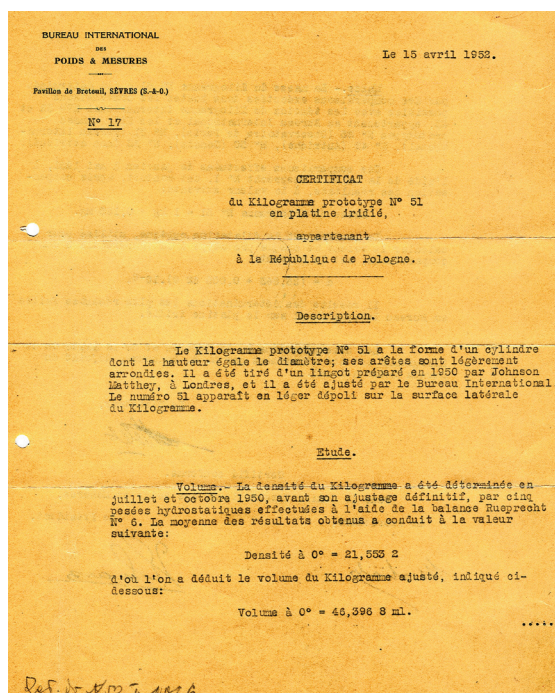
Adam Żeberkiewicz: – *Na czym polegają obowiązki opiekuna wzorca? To formalna nomenklatura czy potoczne określenie?*

Wojciech Wiśniewski: – Jak najbardziej formalna nazwa. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 stycznia 2003 r. w sprawie uznawania wzorców jednostek miar za państwowe wzorce jednostek miar wymaga, aby było takie stanowisko. W GUM jest 15 opiekunów wzorców

państwowych. Dokumentacja państwowego wzorca masy również zawiera taką rubrykę z nazwiskiem opiekuna. Mówiąc konkretniej – jest to wskazanie odpowiedzialności od strony technicznej. Osobą odpowiedzialną za całe mienie zakładu jest oczywiście dyrektor, a opiekun czuwa nad tym, aby ten wzorzec... był.

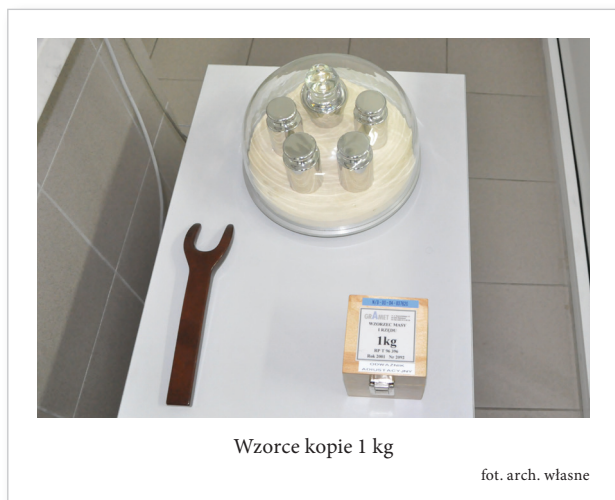
– *Był? Ale, żeby wzorzec był i nie zmieniał za bardzo swojej wagi, trzeba też o niego dbać. W jaki sposób?*

70



Certyfikat prototypu wzorca masy 1 kg Nr 51

foto arch. własne



Wzorce kopie 1 kg

fot. arch. własne

– Najlepiej, jeśli go się nie używa. Idealnie byłoby, gdyby wyjmować wzorzec tylko raz – do porównania ze wzorcem pierwotnym, znajdującym się w Sèvres. Na co dzień posługujemy się kopiami kilograma. Mamy dwie kopie podstawowe i dziesięć roboczych. Powinno się je porównywać raz na 15 lat. Kilogram „państwowy” porównujemy do „francuskiego” raz na 30 lat. Niestety nasze kopie nie mają tak stabilnej masy, dlatego prototyp musimy wyjmować częściej i w ten sposób odnosić do niego kopie. Są porównania na poziomie międzynarodowym i wtedy też trzeba kilogram wyjąć z sejfu. Mniej więcej raz na cztery lata wyjmujemy go i zanosimy do stanowiska pomiarowego. Żeby umieścić wzorzec w komparatorze, trzeba mieć pewną rękę. Jest do tego jeden upoważniony pracownik.

– **Państwowy wzorzec kilograma stoi schowany w sejfie. Co jeszcze możemy powiedzieć o warunkach, w jakich jest przechowywany?**

– Kilogram stoi pod dwoma kloszami, w szafie pancernej, ogniotrwałej, ale warunki w niej są bardzo zbliżone do tych, jakie mamy w laboratorium. Powinny być one przede wszystkim stabilne. Dlatego kilogram jest ulokowany w pomieszczeniu o ograniczonym dostępie i z monitoringiem warunków środowiskowych. Szczególnie ważna jest odpowiednia gęstość powietrza.

– **Jak obecny wzorzec kilograma trafił do Polski i do Głównego Urzędu Miar?**

– Zaczniemy od tego, że aby stworzyć wzorzec pierwotny i pozostałe wzorce wtórne, wyprodukowa-

no pręt platyno-irydowy, pocięto go na kawałki w przybliżeniu 39-milimetrowe, każdemu nadano numer i rozesłano po świecie. Tych kawałków wyprodukowano więcej i część zostawiono w magazynie. Jako ciekawostkę podam, że kiedy dwadzieścia dwa lata temu nastąpił podział Czechosłowacji, Czesi otrzymali nowy kilogram, a Słowacy wzięli czechosłowacki. Nasz kilogram ma, jak wiadomo, numer 51.

– **Dlaczego akurat 51? Czy ma to związek z kolejnością przekazywania tych egzemplarzy do poszczególnych państw albo z rokiem jego zakupu przez Polskę?**

– Nie. Ten numer to absolutny przypadek. Oryginał z Sèvres ma 6 kopii i każda ma nadany jakiś numer. Ale on nic nie znaczy. Rzeczywiście, egzemplarz kilograma został zakupiony w 1951 r., a w następnym roku, po porównaniu z wzorcem pierwotnym, przyjechał do Polski. Mamy tutaj nawet świadectwo wzorca.

– **Z tego świadectwa możemy wyczytać, że wzorzec kosztował wówczas 80 tys. zł. To było zapewne sporo pieniędzy...**

– Zapewne tak, chociaż nie potrafię powiedzieć, jaka była wtedy średnia pensja albo ile kosztował np. samochód.

– **A jaką wartość wzorzec ma dzisiaj?**

– Kilkaset tysięcy zł. To jest oczywiście szacunkowe wyliczenie, bo gdybyśmy chcieli kupić wzorzec, to nie wiemy, ile by kosztował. Jest to koszt kilograma platyny plus koszt wytworzenia wzorca. W skrócie: to wartość materiału, z którego wzorzec został wykonany, pomnożona przez koszt wykonania.

Oceniając wartość użytkową, wzorzec jest bezcenny. Opiera się na nim cała metrologia masy w Polsce i na Litwie. Wszystkie wzorce i wagi, jakie są w tych krajach, odnoszą się do tego kilograma. Gdyby trzeba było go odtworzyć – np. wziąć nowy kilogram, to będziemy mieli do czynienia z nowym wzorcem i nową spójnością pomiarową. Byłoby to zadanie na kilka lat, a kosztów nie da się tak naprawdę oszacować.

– **Wspomniał Pan o Litwie. Nasi sąsiedzi nie mają swojego kilograma?**

– Nie wszystkie kraje europejskie mają wzorzec kilograma, np. Litwini korzystają z naszego. „Pożyczanie” wzorca to zresztą spotykana praktyka. Kilka innych państw, zwłaszcza tych, które powstały w wyniku rozpadów ZSRR i Jugosławii, również tak robi.

– *Jak wiadomo, samego wzorca nie wyjmujemy za każdym razem, istnieją bowiem kopie kilograma i wzorce odniesienia, do których porównujemy wzorce niższej dokładności. Proszę opowiedzieć, jak wygląda taka piramida spójności pomiarowej.*

– Jest to zorganizowane w sposób hierarchiczny, a używając porównania historycznego – nawet w sposób feudalny. Na górze jest kilogram – „faraon”, stojący w Sèvres. Następnie w poszczególnych krajach są wzorce państwowe, a dalej wzorce odniesienia i wzorce niższego rzędu. Najistotniejsze, żeby od wzorca materialnego przekazać jednostkę masy w dół. Do tego potrzebne jest stanowisko pomiarowe, które zapewni odpowiednią dokładność. Chodzi też o powiązanie wzorca krajowego z jednostką SI na poziomie międzynarodowym i zapewnienie dostępu do tej jednostki wszystkim zainteresowanym w kraju.

Ostatnie porównanie z wzorcem francuskim było w latach 90. W sumie były więc tylko dwa (drugie w 1951 r.). Porównania odbywają się wtedy, kiedy BIPM je zarządzi, nie można tak po prostu wystąpić z prośbą o przeprowadzenie wzorcowania. Wiemy już, że do porównania w takiej formie, z tym wzorcem, który nadal obowiązuje, na pewno nie dojdzie. Ale porównania wzorców państwowych będą się odbywać.

– *Czy to prawda, że wzorzec francuski „chudnie”?*

– Można na to patrzeć dwojako – albo wzorzec francuski „chudnie”, albo inne wzorce państwowe „tyją”. Tak naprawdę tego nie wiemy. Musimy przyjąć jakieś odniesienie, a tym odniesieniem jest zało-



Wojciech Wiśniewski, opiekun państwowego wzorca jednostki masy – prototypu kg nr 51
fot. arch. własne

żenie, że wzorzec francuski ma zawsze i dokładnie kilogram. Ta sytuacja leży u podstaw zmiany definicji kilograma, bo wiadomo, że jego masa się zmienia i nie wynosi dokładnie kilogram, chociaż musimy zakładać, że jest niezmienna. A stałe fizyczne, choć mogą być niewymierne, to jednak są stałe. Dzięki planowanej redefinicji zyskujemy stałe odniesienie, podczas gdy wzorzec materialny nie jest constans, nawet jeśli zakładamy, że jest.

– *Czy kilogram się czyści?*

– Tak, ale to się robi w Sèvres, a nie w Głównym Urzędzie Miar. Istnieje określona procedura, jak należy czyścić wzorce. Czyści się sprzężonym powietrzem, pod odpowiednim kątem i w odpowiedniej odległości. Mimo przechowywania kilograma w warunkach laboratoryjnych, w powietrzu jest wilgoć, kurz i to wszystko reaguje z powierzchnią wzorca. Wskutek tej reakcji masa wzorca się zmienia. Dopiero, kiedy wzorzec przejdzie procedurę czyszczenia, to znowu waży kilogram. Tę samą procedurę, w tym samym czasie, pokonują wszystkie państwowe wzorce.

W trakcie, kiedy nasz państwowy kilogram znajduje się w Sèvres, posługujemy się jego kopiami. Wracając jeszcze do porównań międzynarodowych, to trwają one długo, więc kilogram przebywa tam 2–3 lata. W trakcie tych operacji wyciągany jest wzorzec oraz kopie kilograma i wszystkie porównuje się między

sobą. Dzięki tym porównaniom wiemy, jak przez lata zmienia się masa kilograma. Jest nawet specjalny algorytm na przyrost masy. Każdego miesiąca ten przyrost jest inny. Tegoroczny listopad był 256. miesiącem od ostatniego porównania w latach 90. W styczniu każdego roku wyznaczana jest następna poprawka wyliczenia kilograma.

– Jakie jest odchylenie od kilograma w skali miesiąca?

– Co miesiąc przybywa między 1 a 3 dziesięciotysięcznych kilograma, czyli 0,1 mikrograma. Przedstawię to bardziej obrazowo: siarka na zapalce ma ok. 10 miligramów, gdyby pokroić ją na 10 tys. kawałeczków, to jeden taki kawałek waży tyle, o ile zmienia się masa kilograma w ciągu miesiąca.

– Z punktu widzenia naszych wyobrażeń o masie to raczej niedużo...

– Z punktu widzenia użytkownika wagi w przemyśle to również jest niedużo. W 1993 r. nasz wzorzec miał kilogram i 227 mikrogramów, teraz ma kilogram i 287,1 mikrograma. Za miesiąc będzie o 0,02 mikrograma cięższy.

– Dlaczego w ogóle redefiniujemy jednostkę masy? Co zyskujemy?

– O pierwszym argumencie i przewadze stałych fizycznych nad wzorcem materialnym już mówiłem. Wzorzec masy jest jednym z ostatnich artefaktów materialnych (jest jeszcze wzorzec gęstości). Pozostałe wzorce są niematerialne i realizuje się je na stanowiskach pomiarowych od stałych fizycznych. Ważne jest, że uniezależniamy cały system od artefaktu, który stoi w Sèvres. A świat idzie do przodu. Od 1889 r., kiedy wzorzec powstał, minęło 125 lat, były dwie wojny światowe, wynaleziona została bomba atomowa, człowiek poleciał w kosmos, a wzorzec masy przez ten czas się nie zmienił. Ogromny postęp cywilizacyjny i techniczny, jaki dokonał się przez te lata stanowi drugi argument za tym, żeby jednostkę masy jednak zmienić.

– Przejdźmy teraz do samych koncepcji redefinicji kilograma. Jest ich kilka...

– Tak, dokładnie liczą się dwie. Każda oparta na innej stałej fizycznej. Jest koncepcja redefinicji na podstawie stałej Plancka. I ona jest liderem rankingu. Druga koncepcja jest oparta na stałej Avogadra.

Redefinicją zajmuje się Komitet Doradczy ds. Masy i Wielkości Pochodnych przy Międzynarodowym Biurze Miar (CCM). Jestem przedstawicielem GUM w tym Komitecie. Omawia się tam wyniki, a na ich podstawie jest opracowywany dokument w postaci rekomendacji, którą decydenci biorą pod uwagę lub nie. Sama decyzja zostanie podjęta na Generalnej Konferencji Miar, jednak trudno powiedzieć, kiedy to nastąpi. Może na którejś konferencji w 2017 r. albo w 2018 r.

Definicja oparta na stałej Plancka jest związana z wagą wata. Przy czym, waga wata sama w sobie nie stanowi realizacji jednostki. Waga równoramienna jest znana od starożytności, gdybyśmy mieli ją opisać w największym uproszczeniu, to na jednym jej ramieniu stoi wzorzec materialny, a drugie ramię jest równoważone przez siły elektromagnetyczne. Dzięki odpowiedniemu równaniu matematycznemu, od stałych fizycznych związanych z energią elektryczną można przejść do wielkości fizycznych masy. Nie wystarczy jednak mieć wagę wata, żeby mieć wzorzec kilograma. Na wadze trzeba porównywać zespół wzorców, których ma być 12 lub 16. Jednym z tych wzorców będzie obecny francuski wzorzec kilograma. Tak więc nie zniknie on z systemu metrologii masy. Nie będzie jedynym wzorcem, ale będzie wzorcem podstawowym.

– Z tego, co pan mówi, można wnioskować, że redefinicja pociągnie za sobą duże koszty.

– Zgadza się, z 12 wzorców 4 mają być platynowy-irydowe, 4 stalowe i 4 krzemowe. I być może kolejne 4 będą z jeszcze innego stopu. Prace nad nim trwają, jeśli zostanie przyjęty, to będzie 16 wzorców. Każdy z nich będzie podzielony na zestawy. Jedne wzorce będą przechowywane i porównywane w powietrzu. 3 następne w próżni, 3 kolejne w argonie, a 4 inne w azocie. Wszystkie one będą porównywane na wadze wata w cyklu stałym, który ma się zamykać w ciągu 12 miesięcy. Dopiero do tego zestawu można odnieść nasz państwowy wzorzec kilograma. A ten zestaw wzorców wraz z wagą wata stanowić będą praktyczną realizację nowej definicji – dodajmy – bardzo

drogiej definicji, na którą stać będzie tylko nielicznych, najbogatszych.

– **A jak będzie to wyglądało w poszczególnych NMI's, w tym w GUM?**

– Właśnie o to chodzi, że u nas nic się nie zmieni. NMI's będą miały swoje państwowe kilogramy. Jeden pierwotny artefakt w Sèvres zostanie zastąpiony wielkim systemem metrologicznym, a więc wagą wata i zestawem wzorców oraz systemem porównań. To będzie praca ciągła.

Jest kilka NMI's, które chcą uczestniczyć w pierwotnej realizacji kilograma. W tej chwili trwają porównania, przy czym różnica między dwoma najlepszymi nie może odbiegać od 2×10^{-8} kilograma. Bardzo trudno spełnić taki warunek. Najlepszy wynik ma być potwierdzony przy pomocy projektu realizowanego w PTB w oparciu o stałą Avogadra. To sprawdzenie nie może się różnić od 5×10^{-8} kilograma. Jest to warunek trudny do spełnienia i dlatego wdrożenie kilograma opartego na nowej definicji się przeciąga.

– **Co możemy powiedzieć o redefinicji w oparciu o stałą Avogadra?**

– Byłaby to realizacja przy pomocy kuli krzemowej. Rozwiązanie jest sprawdzane w PTB. Podstawowe dane już mamy: wiemy, ile powinno być atomów w monokryształe krzemu, żeby ważył on kilogram.

– **To rozwiązanie byłoby chyba prostsze?**

– Niewątpliwie tak, gdyby nie fakt, że trudno jest wykonać taki monokryształ bez zanieczyszczeń. Tak, żeby był jednorodny.

– **A jaka będzie dokładność?**

– Tutaj ujawnia się pewien mankament, bo dokładność będzie dużo mniejsza. Jeśli sprawdzimy świądectwo wzorca państwowego, to niepewność standardowa wynosi tam 2,3 mikrograma. To jest niepewność, z jaką polski kilogram został odniesiony do wzorca pierwotnego. Po redefinicji niepewność wzrośnie 10 do 15 razy. Jeśli zmienimy definicję jednostki, nasz kilogram będzie miał niepewność 20 do 30 mikrogramów. To problem dla wszystkich laboratoriów, bo żeby zachować poziom dokładności CMC

(czyli pomiarów, które teraz wykonujemy) musimy tę jednostkę od kopii kilograma do wzorców najwyższego rzędu przekazywać 10 razy dokładniej. Potrzebny jest więc bardzo dobry sprzęt. Żeby przygotować się do redefinicji, która jest już nieodwołalna, potrzeba ok. 4 mln zł.

– **Czy mniejsza dokładność będzie miała wpływ na pomiary w przemyśle?**

– Jeśli będziemy dysponować dobrym sprzętem, to nie. Wyzwaniem dla wszystkich NMI's będzie zachowanie tej dokładności na dotychczasowym poziomie. To będzie też nowy rodzaj spójności pomiarowej. Proces wdrożenia nowej jednostki w kraju, czyli przekazania jej w dół do użytkowników, zajmie 2-3 lata. Pomimo, że czeka nas dużo pracy, to użytkownicy tego nie odczują.

Pomiar masy kojarzy się wszystkim z odważnikiem. Odważnik jest materialnym wzorcem masy i nim pozostanie, ale sam w sobie jest bezużyteczny. Potrzebne jest odpowiednie wyposażenie laboratorium, czyli właściwy komparator masy, przy pomocy którego można tę jednostkę masy przekazać do wzorca niższego rzędu. Jest wiele rodzajów komparatorów, każdy ma swój zakres pomiarowy i każdy – niestety – jest bardzo drogi.

– **Iloza komparatorami dysponuje teraz GUM?**

– Kilkunastoma, od miligramowych aż po 1000-kilogramowy. Komparatory mają dużo większą rozdzielczość niż najlepsze wagi, z których korzystają użytkownicy. Dlatego są takie cenne i ważne dla naszego laboratorium. Najtańszy komparator kosztuje 100 tys. zł, najdroższy 4 mln zł i takiego właśnie będziemy potrzebować.

– **Czy będzie można porównywać obecny – fizyczny wzorzec kilograma z nowym – niematerialnym wzorcem?**

– Oczywiście. Przy praktycznej realizacji wzorce materialne i tak będą miały znaczenie. Kilogram będzie porównywany z innymi wzorcami, a te z kolei będą porównywane między sobą. Taka jest istota międzynarodowych porównań i znaczenie każdego NMI.

– **Dziękuję za rozmowę.**

„Metrologia” w cytatach cz. 2

wybór i opracowanie: **Karol Markiewicz**

Szanowni Czytelnicy!

Oto kolejny wybór cytatów związanych z miarami. Mam nadzieję, że okaże się interesujący i zachęci Państwa do znajdowania śladów „metrologicznych” w literaturze. To jeden z dowodów na to, że miary były i są nieprzerwanie obecne w naszym życiu. Proszę o wybaczenie, gdyby jakieś cytaty okazały się zbyt grafo-mańskie...

Miary i pomiary

„Nero, który w niczym nie umiał zachować **miary**, **bez miary** również kochał to dziecię,...” (str. 121) [1]

„...Och jakie życie ciężkie! Gdzie te czasy, w których za **obola** można było dostać tyle bobu ze słoniną, ile można było w **obie dłonie objąć**, lub kawał koziej kiszki, nalanej krwią, tak **długi jak ramię** dwunastoletniego pacholęcia!...” (str. 147) [1]

„Miecze wiedźmina.

Miecz pierwszy jest stalowy. Stal syderytowa, ruda pochodząca z meteorytu.

Kuta w Mahakamie, w krasnoludzkich hamerniach. **Długość** całkowita **czterdzieści i pół cala**, sama głownia **długa na dwadzieścia siedem i ćwierć**.

Wspaniałe wyważenie,

waga głowni precyzyjnie **równa wadze** rękojeści,

waga całej broni poniżej **czterdziestu uncji**.

Wykonanie rękojeści i jelca proste, ale eleganckie.

Miecz drugi, podobnej **długości i wagi**, srebrny.

Na jelcu i całej klindze znaki runiczne i glify.

Cena wywoławcza tysiąc koron za komplet.” [2]

„W porównaniu z wszystkimi płatowcami, z jakimi mieliśmy do czynienia, na brytyjskich samolotach wszystko było urządzone inaczej. W Polsce, jak i we Francji, aby zwiększyć moc silnika, trzeba było dźwignię obrotów silnika ciągnąć na siebie, w Wielkiej Brytanii natomiast odpychać od siebie; oznaczało to konieczność przestawienia o 180 **stopni** tych w pełni zautomatyzowanych czynności, które każdy miał zakodowane głęboko w podświadomości. Prędkość lotu była wskazywana nie w **kilometrach**, ale w **milach** na godzinę, prędkość wznoszenia w **stopach na minutę** (a nie **metrach na sekundę**), sama zaś **wysokość w stopach**. Ilość paliwa była mierzona nie w **litrach**, lecz w **galonach**, jeszcze dziwniejsze były **wskazania ciśnień**. Naprawdę, Anglicy robili wszystko inaczej niż reszta świata!” (str. 72) [3]

Długość

„Nie minęła chwila,
gdy **kilometr** prześcignęła **mila**.” [4]

„**Pięć kilometrów** od linii obronnych rozmieście posterunki obserwacyjne w taki sposób, aby z jednego było widać drugi.” (str. 168) [5]

„– Tak jest – rzekł Winicjusz – Nie dosięgnęły mnie strzały Partów, ale trafił mnie grot Amora... najniespodziewaniej, o **kilka stadiów** od bramy miasta.” (str. 10) [1]

„Dywizjon mój leciał nad Francją w stronę wybrzeża, gdy ok. 15–20 **mil** od Boulogne zobaczyłem 2 Me 109F (w ciemnym kolorze) lecące niżej na wysokości ok. 10 000 **stóp**. Znurkowałem w ich stronę i z odległości 200 **yardów** wystrzeliłem jedną 5-**sekundową** serię (z kaemów i działek), po której nieprzyjacielski samolot natychmiast się zapalił i znurkował w dół w płomieniach. (...)” (str. 311) (fragment *Raportu ogólnego*) [3]

„Mechliński wrócił przez rozkopy i pomosty na ulicę, przy której mieści się kino „Atlantic”. Pod murami domów, po stronie kina, ciągnęła się długa na **kilkadziesiąt metrów** kolejka, gęstniejąca przed samym kinem w zbity, rozedrgany tłum.” (str. 173) [6]

„Zaatakowany uchylił się nieuchwytnym gestem dosłownie o **milimetry**, but Moryca rozpruł powietrze, (...) Diabelsko szybkim ruchem wypuścił prawe ramię do przodu, mierząc w czubek głowy wroga, która odległa była o **centymetry** od nasady stalowej ramy siatki bagażowej. (...) Ale sam szatan tkwił w człowieku o białych oczach! Samo bóstwo walki, skondensowane w niezawodnym instynkcie, odwiodło mu o **milimetr** głowę (...)” (str. 203) [6]

M a s a

„– **Pół kilo** cukru, cztery jajka i płatki owsiane – powiedziała kobieta przy ladzie. – Pani droga, tej milicji to na lekarstwo.” (str. 51) [6]

„Patrz, Marku, oto siedzi przed tobą cnota wcielona w Petroniusza!
Gdyby Arystydes żył, powinien by przyjść do mnie i ofiarować mi **sto min** za krótki wykład o cnocie.”
(str. 64) [1]

„...a zwłaszcza gdy ujrzała Winicjusza, zdawało się, że wielki **ciężar** spadł jej z serca.” (str. 76) [1]

P o j e m n o ś ć

„– Posłałem wprawdzie dwa lata temu do Epidauru **trzy tuziny** żywych paszkotów i **kubek** złota...”
(str. 9) [1]

„Ja swoje zrobiłem! Inny, o panie, powiedziałby ci, że wypił z Ursusem **dziesięć kantarów** najprzedniejszego wina, zanim tajemnicę z niego wydobył; inny powiedziałby ci, że przegrał do niego **tysiąc sestercyj** w scriptae duodecim lub że za dwa tysiące kupił wiadomość...” (str. 189) [1]

„To wszystko przez nią... Kupiła w spożywczym olej słonecznikowy i trzask **litrówką** o turnikiet. Oj, wyklinała, na czym świat stoi, całą spódnicę sobie uświniła!” (str. 59) [7]

K ą t p ł a s k i

„Maszyna znowu pognała stromo w górę na maksymalnych obrotach, potem wyrównał ją kolejnym brutalnym okrzykiem do McWatta i rzucił jeszcze raz w ryczący, bezlitosny skręt **pod kątem czterdziestu pięciu stopni**, (...)” (str. 159) [8]

Objaśnienia:

Cal – jednostka długości spoza układu SI. 1 cal międzynarodowy = 25,4 mm;

Centymetr – podwielokrotność 1 metra ($1\text{ cm} = 10^{-2}\text{ m}$);

Ciężar – to nie to samo co masa. Ciężar fizyczny (siła ciężkości działająca na ciało) wyrażany jest w niutonach, a masa w kilogramach. Ta sama masa w różnych miejscach globu ziemskiego może mieć różny ciężar. W potocznym rozumieniu nie rozróżnia się *masy* i *ciężaru*, a te dwa pojęcia stosuje się wymiennie – czasem także używa się zamiennie określenia *waga*;

Dłonie, ramię – dawniej człowiek wykorzystywał do pomiarów członki własnego ciała (miary antropometryczne). Tu zastosowano do wyrażenia długości ramię, a do pojemności – dłoń. Więcej w: [9];

Galon – jednostka objętości (pojemności) płynów i ciał sypkich stosowana w krajach anglosaskich; np. galon angielski to ok. 4,55 litra;

Kantar – miara objętości (kilkanaście litrów); także duży puchar (objaśnienia w: [3]);

Kilogram – jednostka podstawowa masy w Międzynarodowym Układzie Jednostek SI, oznaczana kg;

Kilometr – wielokrotność 1 metra ($1\text{ km} = 10^3\text{ m}$);

Kubek – w okresie przedmetrycznym stosowano różne naczynia do pomiaru płynów, materiałów sypkich (garncze, korce itd.) [10];

Litr – jednostka miary objętości i pojemności, która choć nie należy do SI, jest dopuszczona do stosowania wraz z jednostkami SI. W przeliczeniu na jednostki objętości SI $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$; „**litrówka**” – tu potocznie butelka o pojemności 1 litra;

Metr – jednostka podstawowa długości w Międzynarodowym Układzie Jednostek SI;

Mila – jednostka długości spoza SI. Przybierała i przybiera różne wartości: mila morska ok. 1850 m, mila angielska ok. 1609 m; mile staropolskie od ok. 6250 aż do ok. 7800 m. Zainteresowanych odsyłam do artykułu p. dr. J. Borzymińskiego pt. „Mila za milą...” w biuletynie GUM „Metrologia i Probiernictwo” – nr 3(3) 2013;

Milimetr – podwielokrotność 1 metra ($1\text{ cm} = 10^{-3}\text{ m}$);

Mina – moneta grecka i jednostka wagi (objaśnienia w: [3]);

Minuta – wielokrotność 1 sekundy;

Obol – drobna grecka moneta (objaśnienia w: [3]);

Sekunda – podstawowa jednostka czasu SI;

Sestercja – (łac. *sestertius*) – moneta rzymska: najpierw bita w srebrze, potem w brązie (objaśnienia w: [3]);

Stadium – starożytna miara długości, ok. 180 m (objaśnienia w: [3]);

Stopa – jednostka miary nawiązująca do przeciętnej długości stopy ludzkiej. Obecnie przez stopę najczęściej rozumie się stopę angielską (*foot*) = 30,48 cm; Zainteresowanych odsyłam do artykułu dr. J. Borzymińskiego – *patrz objaśnienia do Mili*;

Stopień – jednostka miary kąta płaskiego, równa 1/360 kąta pełnego. Spoza SI;

Tuzin – dwanaście;

Uncja – jednostka masy bądź objętości płynów, spoza SI, stosowana w starożytnym Rzymie i krajach anglosaskich. Uncja międzynarodowa = ok. 28,34 g; uncja rzymska ok. 27,9 g. Cena złota czy srebra jest podawana przy pomocy jubilerskiej uncji złota równej 31,1035 grama, powszechnie stosowanej właśnie w jubilerstwie oraz handlu metalami szlachetnymi; uncja złota czy srebra waży o ok. 2,75 g więcej niż uncja kawy (<http://inwestycje.mennica.com.pl>);

Yard – anglosaska jednostka długości. Równy 3 stopom lub 36 calom. Najpowszechniej używanym jardem jest jard międzynarodowy, mierzący dokładnie 0,9144 metra.

Literatura:

- [1] Sienkiewicz H., *Quo vadis*, Dzieła najwybitniejszych noblistów, 2007, TMM Polska/Planeta Marketing.
- [2] Sapkowski A., *Sezon burz*, *Wiedźmin*, Warszawa 2013, Supernowa.
- [3] Zumbach J., *Ostatnia walka*, Espadon Publishing, Przekład wydania z 1973.
- [4] Adeviner Charles., K.M. 2013.
- [5] Sun Tzu, Sun Pin., *Sztuka wojny*, Gliwice 2004, HELION.
- [6] Tyrmand L., *Zły*, Warszawa 2004, Prószyński i S-ka (Tekst oparto na wydaniu: Warszawa 1990, Czytelnik)
- [7] Bułhakow M., *Mistrz i Małgorzata*, Warszawa 1998, Czytelnik.
- [8] Heller J., *Paragraf 22*, Kraków 2005, Mediasat Poland.
- [9] Jaworski J. M., *Człowiek a pomiar, czyli krótka historia mierzenia*, Opole 2002, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej.
- [10] Kula W., *Miary i ludzie*, Warszawa 2004, Książka i Wiedza.

Publikacje pracowników GUM w wydawnictwach naukowych w roku 2014

Od tego numeru rozpoczynamy prezentację publikacji, których autorami są pracownicy GUM. Artykuły bądź prace o charakterze naukowym ukazały się w ostatnim czasie w polskich i zagranicznych wydawnictwach naukowych.

Zagraniczne

1. **Paweł Fotowicz**, *Methods for calculating the coverage interval based on the Flatten-Gaussian distribution*, "Measurement", vol. 55 (2014), s. 272-275.
2. J. Viallon, S. Lee, P. Moussay, **Krzysztof Tworek**, M. Petersen, and R. I. Wielgosz, *Accurate laser measurements of ozone absorption cross-sections in the Hartley band*, "Atmospheric Measurement Techniques", vol. 7 (2014), s. 8067-8100.

Krajowe

1. **Jerzy Szutkowski**, *Pomiar energii przy małym poborze prądu AC*, „Pomiary Automatyka Kontrola”, nr 2 (2014), s. 114-117.
2. **Adrian Knyziak**, *Wykorzystanie elektrometru Keithley 6517A w układzie kompensacji Townsenda*, „Pomiary Automatyka Kontrola”, nr 3 (2014), s. 164-166.
3. **Paweł Fotowicz**, *Rozwój podejścia dotyczącego opracowania danych pomiarowych w międzynarodowych dokumentach metrologicznych*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, nr 6 (2014), s. 76-77.
4. **Robert Szumski**, *Niepewność pomiaru długich płytek wzorcowych na zmodernizowanym komparatorze interferencyjnym*, „Pomiary Automatyka Kontrola”, nr 8 (2014), s. 533-536.
5. **Piotr Sosnowski**, *Wpływ wzrokowego ustalania środka kreski na niepewność wyników wzorcowania wzorców kreskowych na komparatorze interferencyjnym w GUM*, „Pomiary Automatyka Kontrola”, nr 8 (2014), s. 537-540.

Raporty z porównań

1. *Final report on supplementary comparison EURAMET.L-S20: Comparison of laser distance measuring instruments*, "Metrologia", vol. 51 (2014), Technical Supplement 04002, **Mariusz Wiśniewski, Zbigniew Ramotowski**, Florian Pollinger, Martin Wedde, Michael Matus, Zita Banhidi-Bergendorf, Oliver Stalder, Rudolf Thalmann, Antti Lassila, Jarkko Unkuri, Petr Balling, Jaromír Hynek, Milena Astrua, Marco Pisani, Emilio Prieto, Helge Karlsson, Peter Hansrud Kjær, Olena Flys, Lauri Lillepea, Indrek Odrats, Roman Fíra, Anna Fodrekova, Eva Harnosova, Alexandru Duta, Dragos Teoderescu.
2. *Final report on force key comparison EUROMET.M.F-K2: 50 kN and 100 kN (EURAMET Project No 518)*, "Metrologia", vol. 51 (2014), Technical Supplement 07007, Renato Reis Machado, Petr Kašpar, Erich Weiglhofer, Rolf Kümme, George Navrozidis, Csilla Vámosy, Jos Verbeek, **Mikołaj Woźniak**, Isabel Spohr, Ion Sandu, Christian Wüthrich, Andy Knott.
3. *Final report of key comparison CCQM – K105 "Electrolytic conductivity at 5,3 S · m⁻¹"*, "Metrologia", vol. 51 (2014), Technical Supplement 08016, Alena Zalatarevich, Sevruk Olga, Aarón Rodríguez Lopez, Jonathan Luevano Sanchez, Pia Tønnes Jakobsen, Jorgen Avnskjold, Hans D. Jensen, **Władysław Kozłowski, Joanna Dumańska-Kulpa**, Fabiano Barbieri Gonzaga, Isabel Cristina Serta Fraga, J. C. Lopes, W. B. Silva Junior, Elena Kardash, F. Durbiano, E. Orrù, Zsófia Nagyné Szilágyi, Dóra Király, Toshiaki Asakai, Igor Maksimov, Toshihiro Suzuki, Steffen Seitz, Petra Spitzer, Leos Vyskočil, T. Zacher, Rauno Pyykkö, Bertil Magnusson, Volodymyr Gavrilkov, Leonid Prokopenko, Oleksiy Stennik, Yuri Ovchinnikov, Leonid A. Konopelko, A. M. Smirnov, V. I. Suvorov.

KALENDARIUM NADCHODZĄCYCH WYDARZEŃ 2015

Styczeń	
14–15	Warszawa – XI Konferencja „Zbiorniki, Rurociągi, Instalacje – Magazynowanie, transfer, dystrybucja mediów”. W konferencji z prelekcjami wystąpią przedstawiciele pionu metrologii prawnej GUM.
Luty	
3–6	Malta – Posiedzenie plenarne Komitetu Technicznego EURAMET ds. Metrologii w Chemii (METCHEM EURAMET), posiedzenia Podkomitetów Technicznych METCHEM oraz warsztaty Europejskiego Programu na rzecz Innowacji i Badań w dziedzinie Metrologii (EMPIR) organizowane przez maltański Instytut Normalizacji i Metrologii. W spotkaniach poświęconych współpracy naukowej i technicznej europejskich NMI's w dziedzinie metrologii chemicznej przewidziany jest udział przedstawicieli GUM.
25–27	Lizbona – Spotkanie korespondentów Komitetu Technicznego ds. Termometrii EURAMET TC-T oraz Podkomitetu Wilgotność, którego organizatorem będzie portugalski instytut metrologiczny IPQ. Omawiane będą sprawy dotyczące: kierunków rozwoju współpracy międzynarodowej w dziedzinie termometrii i wilgotności, wyników prac nad redefinicją kelwina, planowanych i trwających porównań międzynarodowych EURAMET, aktualnego statusu CMC oraz projektów EMRP i EMPIR, prowadzonych w obszarze termometrii i wilgotności.
	Paryż – Posiedzenie Grup Roboczych WG-D i WG-V Komitetu Doradczego ds. Masy CCM BIPM. Spotkanie, w którym wezmą udział przedstawiciele GUM, dotyczyć będzie pomiarów w dziedzinach: gęstości i lepkości, projektów i statusu porównań kluczowych, a także projektów EMRP i EMPIR.
Marzec	
10–11	Tel Aviv – 76. Posiedzenie Stałego Komitetu Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych oraz 15. Posiedzenie Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych IAAO.
18–20	Warszawa – XVII Międzynarodowe Targi Analityki i Technik Pomiarowych EuroLab.
Czerwiec	
1–5	Kraków – Zgromadzenie Ogólne EURAMET.

Wydawca: Główny Urząd Miar
ul. Elekoralna 2, 00-139 Warszawa, tel.: 22 581 93 99, fax: 22 581 93 92.

Redakcja: Karol Markiewicz (red. naczelny), Adam Żeberkiewicz (sekretarz red.),
Maria Magdalena Ulaczyk (Probiernictwo), dr Jerzy Borzymiński (Terminologia), dr Paweł Fotowicz (Technika i pomiary), Aniceta Imielowska (Czy wiesz, że...?), Agnieszka Goszczyńska (Wydarzenia), Joanna Sękala (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

w **2015**

przypominamy o ważnych wydarzeniach dla polskiej administracji miar



- 1919** – Dekret o miarach, utworzenie Głównego Urzędu Miar (GUM)
- 1925** – Przystąpienie Polski do Międzynarodowej Konwencji Metrycznej z 1875 r.
- 1955** – Podpisanie przez Polskę konwencji o utworzeniu Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML)
- 1960** – Przyjęcie przez Generalną Konferencję Miar Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI)
- 1999** – Podpisanie „Porozumienia o wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne” (CIPM MRA)
- 2004** – Przystąpienie Polski do Europejskiej Współpracy w dziedzinie Metrologii Prawnej (WELMEC)
- 2007** – Przystąpienie GUM do Europejskiego Stowarzyszenia Krajowych Instytucji Metrologicznych (EURAMET), dawniej EUROMET – przystąpienie GUM w 1996 r.
- 2008** – Przystąpienie GUM do Europejskiego Programu Badawczo-Rozwojowego w dziedzinie Metrologii (EMRP)