

PROBIERNICTWO	Analizatory spalin str. 42	„Uciekający czas” – wywiad str. 57	
PRAWO	OIML we współczesnym świecie – wywiad str. 8	Dawka promieniowania w radioterapii str. 22	METROLOGIA

W numerze:

Słowo wstępne

WYDARZENIA 4-15

TECHNIKA I POMIARY 16-33

- ◆ Porównania państwowych wzorców temperatury w GUM i INTiBS PAN
- ◆ Bezpośredni pomiar energii szansą na poprawę skuteczności radioterapii – wzorce dawki pochłoniętej w wodzie
- ◆ Wzorcowanie tłokowych przyrządów do pomiaru objętości w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi

WSPÓLPRACA 34-41

- ◆ Główny Urząd Miar – uznana Krajowa Instytucja Metrologiczna (NMI)
- ◆ Strategiczne kierunki działań BIPM na lata 2016–2019

PRAWNA KONTROLA METROLOGICZNA 42-46

- ◆ Prawna kontrola metrologiczna analizatorów spalin w silnikach iskrowych

TERMINOLOGIA 47-50

- ◆ „Hallmarking”, czyli cechowanie w hallu

PROBIERNICTWO 51-56

- ◆ Grupa Wyszehradzka (GV4)

CZY WIESZ, ŻE... 57-66

- ◆ Uciekający czas, czyli o jednostce sekundy, pomiarach czasu i nie tylko
- ◆ „Metrologia” w snach
- ◆ Publikacje pracowników GUM w wydawnictwach naukowych w roku 2015

In this issue:

Foreword

EVENTS 4-15

TECHNIQUE AND MEASUREMENTS 16-33

- ◆ Comparison of the national temperature standards at GUM and INTiBS PAN
- ◆ Direct measurement of energy to improve the effectiveness of radiation therapy – standards for absorbed dose to water
- ◆ The calibration of the piston-operated volumetric apparatuses in Regional Office of Measures in Lodz

COOPERATION 34-41

- ◆ Central Office of Measures – GUM (Poland) – recognised National Metrology Institute (NMI)
- ◆ BIPM strategic activities for the period of 2016–2019

LEGAL METROLOGICAL CONTROL 42-46

- ◆ The legal metrological control of exhaust gas analyzers in spark-ignition engine

TERMINOLOGY 47-50

- ◆ “Hallmarking” i.e. marking at the hall

HALLMARKING 51-56

- ◆ Visegrad Group (GV4)

DO YOU KNOW... 57-66

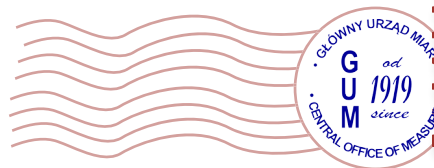
- ◆ Running time – interview on second unit, time measurements and more
- ◆ „Metrology” in dreams
- ◆ Scientific publications of GUM in 2015

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

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

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

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



Drodzy Czytelnicy!

Oddajemy w Wasze ręce ostatni numer biuletynu w tym roku. To był rok wyjątkowy, z uwagi na upływające ważne dla polskiej administracji miar rocznice:

- **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) przez Generalną Konferencję Miar,
- **40 rocznica** Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych (**Konwencja Wiedeńska**),
- **10 rocznica** przystąpienia Polski do Konwencji Wiedeńskiej.

W nadchodzącym roku będziemy popularyzować szczególnie Układ SI, z uwagi na jego formalne przyjęcie w Polsce w 1966 r. i przypadające w 2016 r. – jego 50-lecie.

Niezależnie od kolejnych jubileuszy, tradycyjnie zachęcam do lektury naszych artykułów. Pan Witold Rządkiwicz omawia pomiar w GUM dawki promieniowania pochłoniętej w wodzie, co jest istotne w radioterapii (str. 22).

Panowie Robert Pogorzelski i Marcin Gwoździej poruszają aktualny temat prawnej kontroli metrologicznej analizatorów spalin samochodowych (str. 42).

Ponadto, pani Aleksandra Górkiewicz-Malina szeroko omawia naszą współpracę w ramach Grupy Wyszehradzkiej (GV4), porównując przy tej okazji regulacje przyjęte w krajach GV4 dla wyrobów z metali szlachetnych (str. 51).

Zbliża się koniec roku, chciałbym więc wszystkim Czytelnikom złożyć najlepsze życzenia świąteczne i noworoczne.

Z życzeniami ciekawej lektury,

Karol Markiewicz
redaktor naczelny

Dear Readers!

We are putting in your hands this year's last edition of our Bulletin. The year 2015 was unique because of several anniversaries that are important to the Polish administration of measures and the Hallmarking administration too:

- **140th** anniversary of the Meter Convention signing,
- **90th** anniversary of the Poland's accession to the Meter Convention,
- **60th** anniversary of founding of the International Organisation of the Legal Metrology (OIML),
- **55th** anniversary of the SI (The International System of Units) adoption by the General Conference on Weights and Measures (CGPM),
- **40th** anniversary of the Convention on the control and marking of articles of precious metals (**Vienna Convention**),
- **10th** anniversary of the Poland's accession to the Vienna Convention.

In the upcoming year, we are going to popularise the SI due to the fact that next year we shall celebrate its 50th anniversary in our country. In 1966, the SI was formally introduced in Poland.

Besides of the following anniversaries, I would like to encourage you to read our articles, as usual. Mr Witold Rządkiwicz describes the measurement of the unit of the absorbed dose to water at the Central Office of Measures, what is crucial to the radiotherapy (p. 22).

Mr Robert Pogorzelski and Mr Marcin Gwoździej write about the legal metrological control of exhaust gas analyzers, (p. 42), what is the topical issue currently.

Moreover, Ms Aleksandra Górkiewicz-Malina presents widely our co-operation regarding the articles of precious metals within the Visegrad Group (GV4), including the comparison of regulations being in force in different GV4 Members (p. 51).

The end of the year 2015 is approaching and I would like to wish all our Readers a Merry Christmas and a Happy New Year.

Have a nice and interesting reading,

Karol Markiewicz
chief editor

- 5-9.10 → **WIZYTA PRZEDSTAWICIELEK BIURA DS. METROLOGII REPUBLIKI MACEDONII W RAMACH PROGRAMU TAIEX**
Wizyta studyjna gości z Macedonii obejmowała spotkania w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Warszawie, w Wydziale Zamiejscowym OUP we Wrocławiu oraz w Głównym Urzędzie Miar. Ich celem było poznanie metod badań i cechowania wyrobów z metali szlachetnych w związku ze staraniami Macedonii o ratyfikację Konwencji o badaniu i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych. Relacja z wizyty znajduje się na s. 14.
- 12-14.10 → **VIII EDYCJA OGÓLNOPOLSKIEGO SYMPOZJUM TOP-GAZ „TECHNIKA OPOMIAROWANIA GAZU DZIŚ I JUTRO”**
Symposium odbyło się pod patronatem Prezes GUM p. Janiny Marii Popowskiej, w Ośrodku Dydaktycznym SGGW w Rogowie k. Łodzi. Służyło wymianie doświadczeń w zakresie szeroko rozumianych pomiarów w gazownictwie. Uczestnicy, w tym również pracownicy GUM, zaprezentowali ok. 20 referatów.
- 13-14.10 → **BILANS CIPM MRA – WARSZTATY PRZYGOTOWAWCZE**
W Sèvres pod Paryżem polska delegacja, na czele z Prezes GUM, p. Janiną Marią Popowską, wzięła udział w spotkaniu szefów Krajowych Instytucji Metrologicznych (NMIs) oraz przedstawicieli Państw Członkowskich Konwencji Metrycznej. Relacja na str. 5.
- 14.10 → **SEMINARIUM W GUM**
Blisko 50 słuchaczy zebrało się, by wysłuchać referatu p. Elżbiety Lenard z Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej Zakładu Fizykochemii pt. „Pomiary gęstości cieczy i ciał stałych na zmodernizowanym stanowisku państwowego wzorca jednostki miary gęstości”.
- 20-22.10 → **50. POSIEDZENIE MIĘDZYNARODOWEGO KOMITETU METROLOGII PRAWNEJ (CIML)**
W posiedzeniu CIML, które zorganizowano w Arcachon (Francja), udział wzięli p. Dorota Habich, Wiceprezes GUM ds. Metrologii Prawnej, członek CIML oraz p. Mirosław Izdebski, Dyrektor Biura Metrologii Prawnej GUM. Posiedzeniu Komitetu towarzyszyły obchody 60. rocznicy powstania Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML).
Więcej szczegółów w relacji na s. 6.
- 22-23.10 → **14. PANEL HANDLOWY DS. REFORMY PRZEPISÓW TECHNICZNYCH I INFRASTRUKTURY W RAMACH PROGRAMU PARTNERSTWO WSCHODNIE INFRASTRUKTURY**
Jednym z uczestników, a jednocześnie prelegentów panelu, który odbył się w Kijowie, była przedstawicielka Głównego Urzędu Miar, p. Joanna Sękała z Biura Metrologii Prawnej. W panelu uczestniczyli też przedstawiciele administracji rządowych, odpowiedzialni za tworzenie przepisów w obszarze metrologii prawnej, z państw objętych programem (Armenia, Azerbejdżan, Białoruś, Gruzja, Mołdawia oraz Ukraina), przedstawiciele administracji miar z Chorwacji i Polski oraz członkowie organizacji pozarządowych. Tegoroczny panel, zorganizowany przez Dyрекcję Generalną ds. Rynku Wewnętrznego, Przemysłu, Przedsiębiorczości i MŚP (DG GROW), poświęcony był w całości zagadnieniom związanym z wyzwaniem towarzyszącymi wdrażaniu do krajowych systemów prawnych europejskich uregulowań w obszarze metrologii prawnej. Przedstawiciele krajów Partnerstwa wysłuchali informacji na temat doświadczeń „nowych” członków Unii Europejskiej (Chorwacji i Polski) we wdrażaniu przepisów unijnych, dotyczących metrologii prawnej oraz przedstawili prezentacje podsumowujące swoje dotychczasowe osiągnięcia w tym zakresie. Przedstawicielka GUM w swojej prezentacji skupiła się na wyzwaniach, które towarzyszyły polskim władzom przy dostosowaniu krajowych przepisów technicznych do prawa wspólnotowego przed przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej.
- 9.12 → **SEMINARIUM W GUM**
Referat pt. „Moment siły – nowa dziedzina pomiarowa w GUM” przedstawił p. Mikołaj Woźniak z Zakładu Mechaniki.

15 lat CIPM MRA – czas na przegląd. Warsztaty przygotowawcze w BIPM

15 years CIPM MRA – time to review. Preparatory workshop in BIPM

Karol Markiewicz (redaktor naczelny)

The Polish delegation headed by president of the Central Office of Measures took part in the meeting of the NMI Directors organized by the BIPM in Paris, 13-14 October 2015. The workshop's intention was to consider the benefits of the CIPM MRA. The final result of the meeting was establishing of the working group under the chairmanship of the CIPM President.



W dniach 13–14 października 2015 r. w Sèvres pod Paryżem polska delegacja, na czele z Prezes Głównego Urzędu Miar, p. Janiną Marią Popowską, wzięła udział w spotkaniu szefów Krajowych Instytucji Metrologicznych (NMIs) oraz przedstawicieli Państw Członkowskich Konwencji Metrycznej. Zorganizowane przez Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) coroczne spotkanie było poświęcone CIPM MRA, czyli Porozumieniu o wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne. Porozumienie stanowi mocny filar międzynarodowej infrastruktury jakości. Aby zapewnić jego dalszy zrównoważony rozwój, po 15 latach funkcjonowania dokonano bilansu CIPM MRA. Powstał on w wyniku uchwały 25. Posiedzenia Generalnej Konferencji Miar (CGPM) z 2014 r.

Celem warsztatów CIPM MRA było zainicjowanie szerokiej dyskusji pomiędzy uczestnikami paryskiego spotkania, w tym przeanalizowanie zysków z realizacji Porozumienia. Istotne były nie tylko refleksje na temat tego, co dotychczas funkcjonowało

dobrze, ale również uwagi dotyczące obszarów wymagających poprawy. W efekcie powołano grupę roboczą pod kierownictwem Przewodniczącego CIPM, której celem będzie stworzenie oficjalnego przeglądu realizacji porozumienia CIPM MRA. W szczególności chodzi o usprawnienie szeroko rozumianego funkcjonowania bazy danych KCDB (Key Comparison Database – www.bipm.org/kcdb), która zawiera wyniki porównań kluczowych i uzupełniających, a także wykaz zaakceptowanych po przeglądzie zdolności pomiarowych CMC (Calibration and Measurement Capabilities) każdej NMI, w tym i Głównego Urzędu Miar.

Tab. KCDB – podstawowe dane/basic statistics (Listopad/November 2015)	Total	Poland (GUM)
Liczba porównań kluczowych (CC)/ Number of key comparisons	922	145
Liczba porównań uzupełniających/ Number of supplementary comparisons	442	40
Liczba CMC/CMC recorded	24321	426

Źródło/source: http://kcdb.bipm.org/kcdb_statistics.asp

Podsumowanie 50. posiedzenia Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej

Brief summary of the 50th CIML Meeting

Joanna Sękała (Biuro Metrologii Prawnej, GUM)

W artykule przedstawiono kluczowe postanowienia, które zapadły na 50. posiedzeniu Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej w Arcachon we Francji.

This article summarizes key decisions made during the 50th CIML Meeting that took place in Arcachon (France).

W dniach 20–22 października w Arcachon (we Francji) odbywało się 50. posiedzenie Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej (CIML), w którym udział wzięli pani Dorota Habich, Wiceprezes GUM ds. Metrologii Prawnej, członek CIML oraz pan Mirosław Izdebski, Dyrektor Biura Metrologii Prawnej GUM. Posiedzeniu Komitetu towarzyszyły obchody 60. rocznicy powstania Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML).

W posiedzeniu wzięło udział ośmiu nowych członków CIML, reprezentujących następujące państwa członkowskie: Bułgarię – pan Paun Ilchev, Węgry – pan Kristof Torok, Iran – pan Khosro Madanipour, Holandię – pani Anneke van Spronssen, Federację Rosyjską – Dr. Sergey Golubev, Republikę Południowej Afryki – pan (Nnditsheni) Thomas Madzivhe, Szwajcarię – pan Gregor Dudle oraz Zambię – pani Himba Cheelo.

Reforma Systemu Certyfikacji OIML

Jedną z najistotniejszych decyzji podjętych podczas posiedzenia dotyczyła reformy Systemu Certyfikacji OIML. Prace nad stworzeniem systemu rozpoczęły się w latach 70. ubiegłego wieku. Podstawowy System Certyfikacji OIML ostatecznie ukonstytuował się w 1991 r., natomiast w 2005 r. stworzony został System Certyfikacji MAA – Mutual Acceptance Arrangement. Co za tym idzie, obecnie istnieją równoległe dwa systemy certyfikacji w ramach OIML:

- Podstawowy System Certyfikacji OIML, w ramach którego podmioty upoważnione przez



Uczestnicy posiedzenia

fol. OIML

Członka CIML (tzw. *Issuing Authorities*), wydają certyfikaty zgodności OIML dla przyrządów pomiarowych, które spełniają określone wymagania

oraz

- System MAA, będący uzupełnieniem wyżej opisanego systemu, zakładający możliwość podpisania wzajemnych porozumień pomiędzy instytucjami odpowiedzialnymi za metrologię prawną państw członkowskich. Państwa te, podpisując deklarację o wzajemnym uznawaniu (tzw. *DoMC – Declaration of Mutual Confidence*), zobowiązują się do uznawania testów (oceny typu) urządzeń pomiarowych, wydawanych zgodnie z przepisami OIML. System MAA obejmuje obecnie trzy typy przyrządów pomiarowych: wodomierze, przetworniki pomiarowe oraz wagi nieautomatyczne.

W ciągu ostatnich dziesięciu lat coraz wyraźniej dało się zaobserwować wady obowiązujących syste-

mów. System Podstawowy obejmuje 38 kategorii przyrządów pomiarowych, podczas gdy System MAA, po 10 latach funkcjonowania, obejmuje jedynie trzy kategorie. Główne zastrzeżenia wobec obowiązujących systemów koncentrują się między innymi wokół ograniczonej uznawalności certyfikatów i wyników badań, braku zainteresowania ze strony państw członkowskich udziałem w deklaracjach o wzajemnym uznawaniu, niejasnej struktury zarządzania oraz braku przejrzystych i czytelnych procedur w ramach obydwu systemów.

Decyzja o zainicjowaniu procesu przebudowy systemów certyfikacji podjęta została na 48. posiedzeniu Komitetu w 2013 r., kiedy to powołana została do życia grupa *ad hoc*, pod przewodnictwem pana Romana Schwarza, wiceprzewodniczącego CIML. Grupie powierzono przeprowadzenie przeglądu porozumienia o wzajemnym uznawaniu OIML (*OIML Mutual Acceptance Arrangement – OIML MAA*) oraz opracowanie założeń funkcjonowania jednolitego systemu certyfikacji.

Podczas omawianego posiedzenia Komitet zatwierdził rekomendacje, zawarte w raporcie opracowanym przez grupę *ad hoc*, zgodnie z którymi:

- utworzony zostanie jednolity System Certyfikacji OIML (OIML-CS), w miejsce dwóch obecnie istniejących systemów;
- utworzony zostanie Komitet Zarządzający (*Management Committee*), którego zadaniem będzie kierowanie całokształtem działań podejmowanych przez wszystkie podmioty zaangażowane w funkcjonowanie Systemu Certyfikacji OIML;

Ostateczny kształt Systemu Certyfikacji zostanie określony w publikacji bazowej, której opracowanie powierzono grupie projektowej. Zgodnie z planowanym harmonogramem dalszych prac nad utworzeniem OIML-CS, proces budowy Systemu powinien zostać sfinalizowany podczas kolejnego posiedzenia Międzynarodowej Konferencji w 2016 r., zaś System powinien zacząć funkcjonować w styczniu 2017 r.

Prace techniczne

W obszarze prac technicznych CIML zatwierdził realizację nowego projektu nowelizacji dokumentu OIML B6 *Directives for OIML technical work*. Członkowie grupy projektowej ds. nowelizacji OIML B6 zostaną powołani bezpośrednio przez CIML. W od-

niesieniu do zakładanego harmonogramu prac nad projektem, przyjęto „szybką ścieżkę” prac i finalizację projektu przed 51. posiedzeniem CIML w 2016 r.

Komitet zatwierdził trzy nowe publikacje OIML:

- zalecenie OIML R 139-3 *Compressed gaseous fuels measuring systems for vehicles – Part 3: Test report format*,
- nowelizację zalecenia OIML R 79 *Labeling requirements for prepackages*,
- nowe zalecenie: *Ophthalmic instruments – Impression and applanation tonometers*.

Ponadto Komitet zatwierdził realizację dwóch nowych projektów w ramach podkomitetu TC 8/SC 1 *Static volume and mass measurement*. Co za tym idzie, w najbliższym czasie powołane zostaną do życia dwie nowe grupy projektowe:

- ds. nowelizacji zalecenia OIML R 71 *Fixed storage tanks – General requirements*

oraz

- ds. nowelizacji zalecenia OIML R 85 *Automatic level gauges for measuring the level of liquid in stationary storage tanks*.

Jeden z ostatnich punktów posiedzenia dotyczył kwestii związanej z interpretacją artykułu XIII Konwencji (a dotyczącej kworum), ustanawiającej Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej podpisanej w Paryżu, z dnia 12 października 1955 r. (Dz. U. z 1959 r., Nr 4, poz. 24 i z 1969 r. Nr 15, poz. 112). Z uwagi na złożoność problemu nie udało się doprowadzić do ostatecznego rozstrzygnięcia tej sprawy. Zgodnie z rekomendacją Międzynarodowego Biura Metrologii Prawnej (BIML) Komitet przyjął uchwałę, w której zwrócił się do Międzynarodowej Konferencji z prośbą o zatwierdzenie interpretacji Konwencji w kwestii dotyczącej kworum, a sprawa ta będzie ponownie omawiana podczas przyszłorocznego posiedzenia Międzynarodowej Konferencji, na którym mają zapaść decydujące decyzje w tej sprawie.

Nagrody OIML

Podczas posiedzenia miała również miejsce ceremonia wręczenia nagród OIML. Medale za wkład w prace OIML otrzymali: Pan Ngo Quy Viet z Wietnamu oraz Pan Cartaxo Reis z Portugalii. Laureatem Nagrody za Wybitne Osiągnięcia w dziedzinie Metrologii Prawnej w Krajach Rozwijających się został Pan Nam Hyuk Lim z Korei oraz Departament Metrologii (Saint Lucia Bureau of Standards).

Rola Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej we współczesnym świecie

– wywiad z p. Dorotą Habich, wiceprezes ds. Metrologii Prawnej GUM

The role of OIML (International Organisation of Legal Metrology) in contemporary world

– interview with Ms Dorota Habich, Vice-President for Legal Metrology in Central Office of Measures



W 2015 r. obchodziliśmy jubileusz 60-lecia istnienia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML), pierwszej uniwersalnej organizacji międzynarodowej, działającej w obszarze metrologii prawnej. 12 października 1955 r. w Paryżu przedstawiciele pełnomocni 24 państw złożyli, w imieniu swoich rządów, podpisy pod dokumentem założycielskim OIML, Konwencją ustanawiającą Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej. Był to moment przełomowy w historii metrologii prawnej, a zarazem pierwszy krok na drodze do globalnej harmonizacji przepisów technicznych w tej dziedzinie. Przy okazji rocznicy powołania do życia OIML, o jej roli, najważniejszych osiągnięciach, wpływie na otaczającą nas rzeczywistość oraz perspektywach jej dalszego rozwoju, z p. Dorotą Habich, wiceprezes ds. Metrologii Prawnej GUM, członkiem Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej (CIML) w OIML, rozmawiali: Joanna Sękała (Biuro Metrologii Prawnej) oraz Adam Żeberkiewicz (Redakcja Biuletynu).

As this year creates occasion to celebrate the 60th anniversary of founding of the International Organisation of Legal Metrology (OIML), we are talking about the role, most important achievements and the impact of OIML to contemporary world. Ms Habich, who is a member of the International Committee of Legal Metrology, speaks also about capabilities of development of the organisation.

Pani Prezes, cofnijmy się do genezy Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej. Jak wyglądały jej początki?

Formalne powołanie do życia OIML w 1955 roku było zwieńczeniem długotrwałego i niezwykle trudnego procesu budowy międzynarodowej instytucji, której głównym zadaniem miało być stworzenie powszechnie uznawanych i jednolitych zasad metrologii prawnej.

Globalna harmonizacja przepisów technicznych oraz narzędzi prawnej kontroli metrologicznej, już na początku ubiegłego stulecia uznana została za nieodzowny element w procesie eliminacji barier technicznych w handlu. W latach trzydziestych ubiegłego wieku rozpoczęły się prace, których celem było opracowanie projektu konwencji, powołującej do życia międzynarodowy organ do spraw metrologii prawnej. Misję opracowania projektu powierzono Tymczasowemu Komitetowi Metrologii Prawnej, którego pracami do 1949 roku kierował pan Zdzisław

Rauszer, ówczesny Dyrektor Głównego Urzędu Miar w Warszawie. Wojenna zawierucha znacznie opóźniła prace na dokumentem. Komitet wznowił działalność dopiero w 1950 roku, skutkiem czego było podpisanie 12 października 1955 roku Konwencji ustanawiającej Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej.

Niestety pan Zdzisław Rauszer zmarł w 1952 roku, nie doczekawszy podpisania Konwencji.

Jakie cele przyświecały architektom OIML?

Jeśli mówimy o najważniejszych celach, dla realizacji których Organizację ustanowiono, w ciągu ostatnich 60 lat nie zmieniły się one w zasadniczy sposób. Zadania OIML wynikają wprost z przepisów Konwencji. Organizacja ma na celu przede wszystkim tworzenie ogólnych zasad metrologii prawnej oraz prowadzenie badań o charakterze prawodawczym, zmierzających do ujednoczenia przepisów w tej dziedzinie.

W praktyce oznacza to opracowywanie uniwersalnych przepisów technicznych, dotyczących budowy i stosowania przyrządów pomiarowych. Choć przepisy te nie są bezpośrednio wiążące dla członków OIML, to stanowią bazę, w oparciu o którą powinny być tworzone przepisy krajowe. Harmonizacja przepisów technicznych i narzędzi prawnej kontroli metrologicznej oraz wzajemne uznawanie przez państwa członkowskie przyrządów pomiarowych, wyprodukowanych zgodnie z regulacjami ujętymi w zaleceniach OIML, sprzyjają eliminowaniu barier technicznych w handlu i przyczyniają się do ochrony praw konsumentów, co niewątpliwie ma korzystny wpływ na całą gospodarkę.

Moim zdaniem nie do przecenienia jest również fakt, iż Organizacja od początku swojego istnienia stanowiła platformę międzynarodowej współpracy, umożliwiającą rozwój wzajemnych stosunków pomiędzy administracjami miar, instytucjami zajmującymi się metrologią prawną oraz państwami członkowskimi. Ponadto OIML angażuje w swoje działania nie tylko ekspertów w dziedzinie metrologii prawnej, ale również zajmujących się metrologią naukową, normalizacją i akredytacją. We współczesnym świecie dziedziny te są ze sobą nierozzerwalnie związane, zaś OIML umożliwia aktywne uczestnictwo w realizowanych przez siebie projektach przedstawicielom ponad 50 organizacji międzynarodowych oraz regionalnych organizacji metrologicznych.

Polska jest jednym z członków założycieli OIML. Jaki jest nasz wkład w jej dorobek?

Każda publikacja OIML powstaje jako wyraz kompromisu pomiędzy opracowującymi ją ekspertami z poszczególnych państw członkowskich. Ponadto swój wkład w prace nad określoną publikacją mogą wносить organizacje współpracujące z OIML. Unikalność tej formuły, a zarazem jej siła, polega na tym, że udział w pracach technicznych nad określonymi rozwiązaniami prawnymi jest otwarty dla wszystkich członków Organizacji. Każde państwo, które jest zainteresowane danym obszarem metrologii prawnej, może zgłaszać swoje propozycje projektów, będących podstawą do rozpoczęcia prac nad konkretną publikacją, a następnie aktywnie uczestniczyć w tworzeniu przepisów.

Polska, od samego początku istnienia OIML, bierze udział w realizowanych przez nią pracach technicznych. Sztandarowym projektem, którym Polska

kieruje nieprzerwanie od 1961 roku, jest opracowywanie kolejnych wydań międzynarodowego Słownika Metrologii Prawnej. Pierwsza jego publikacja, mająca miejsce w 1968 roku, była zasługą profesora Jana Obalskiego, kierującego pracami sekretariatu do spraw terminologii. Do dziś opracowanie Słownika określane jest mianem jednego z największych osiągnięć naukowych w dziedzinie metrologii prawnej w tamtym okresie.

Obecnie posiadamy swoich przedstawicieli w prawie wszystkich komitetach, podkomitetach i grupach projektowych OIML, których jest blisko 120. Ponadto Polska kieruje pracami trzech grup projektowych, w ramach których tworzona jest elektroniczna wersja słownika metrologii prawnej, nowelizacja zalecenia dotyczącego przyrządów do pomiaru długości oraz nowelizacja tablic alkoholometrycznych. W tej ostatniej dziedzinie również tworzymy bogatą historię, sięgającą lat sześćdziesiątych minionego stulecia. Opublikowane w 1968 roku tablice alkoholometryczne, opracowane zostały przez pracowników Centralnego Urzędu Jakości i Miar. Z tego punktu widzenia jest dla mnie niezwykle istotne, żeby realizacja tych projektów była traktowana priorytetowo.

Należy podkreślić, że udział w pracach technicznych ma charakter ciągły i w gruncie rzeczy trudno jest oczekiwać spektakularnych osiągnięć w konkretnym obszarze. Opracowanie publikacji OIML jest procesem skomplikowanym, mozolnym i w niektórych przypadkach trwa wiele lat. Niejednokrotnie przed zatwierdzeniem dokumentu w ostatecznym kształcie, powstaje kilka projektów, z których każdy podlega konsultacjom na forum grupy projektowej. Na każdym z etapów prac wymagana jest szczegółowa analiza projektowanych przepisów. Ponadto wewnętrzne regulacje GUM określają procedurę konsultacji kolejnych projektów z producentami, użytkownikami przyrządów pomiarowych, organizacjami konsumenckimi, organami administracji publicznej oraz terenowej administracji miar. Mam głębokie przekonanie, że każda kolejna publikacja, w tworzeniu której aktywnie uczestniczyli polscy eksperci, zgłaszając swoje propozycje i forsując określone rozwiązania, a niekiedy przekonując swoich partnerów do zmiany wcześniej obranego kierunku prac, powinna być uważana za sukces.

W takim razie, czy istnieją obszary, w których Polska powinna zwiększyć swoje zaangażowanie?

Niewątpliwie istnieje potrzeba zwiększania polskiego zaangażowania w realizację projektów technicznych OIML. Od kilku lat coraz wyraźniej dostrzegamy korzyści wynikające z aktywnego członkostwa w Organizacji, a jednocześnie świadomego wdrażania przepisów OIML na gruncie prawa krajowego. Szczególnie dotyczy to tzw. obszaru niezharmonizowanego.

Dlaczego Pani zdaniem jest to tak istotne?

Polska, jako członek Unii Europejskiej, jest zobowiązana do wdrażania unijnych rozwiązań prawnych na gruncie przepisów krajowych. Dotyczy to oczywiście również przepisów związanych z prawną kontrolą metrologiczną. Jednolite wymagania techniczne, dotyczące określonych typów przyrządów pomiarowych, system oceny zgodności oraz zasada wzajemnego uznawania wyników badań przez państwa członkowskie są elementami wspólnego rynku europejskiego, przyczyniającymi się do skutecznego znoszenia barier technicznych w handlu oraz eliminacji nieuczciwej konkurencji. Zawarte w unijnych dyrektywach wymagania zasadnicze pod adresem konkretnych typów przyrządów, są takie same w całej Unii Europejskiej, a co za tym idzie ich spełnienie daje producentom równe szanse dostępu do rynku, zapewniając warunki do uczciwej konkurencji.

Nieco inaczej sprawa wygląda w przypadku przyrządów, które nie są objęte przepisami unijnymi, a więc tych spoza obszaru zharmonizowanego. W takim przypadku decyzja dotycząca tego, czy dany przyrząd należy objąć prawną kontrolą, należy do państwa członkowskiego. Z tym wiąże się pewne ryzyko, dotyczące tworzenia niedozwolonych barier w wymianie handlowej, bowiem w przepisach krajowych, które nie są wywiedzione z powszechnie akceptowanych regulacji międzynarodowych, czasami pojawiają się wymagania pod adresem przyrządu pomiarowego, których zagraniczny producent nie brał pod uwagę. Wymagania, które nie są typowe lub które nie mają uzasadnienia. W takiej sytuacji państwo, stosując niedozwolone bariery w handlu, naraża się na poważne konsekwencje ze strony Unii Europejskiej.

Przy tworzeniu przepisów, regulujących wymagania pod adresem przyrządów pomiarowych, nieobjętych prawną kontrolą metrologiczną w całej Unii Europejskiej, Polska od kilku lat kieruje się zasadą wywodzenia krajowych wymagań, bezpośrednio

z zaleceń OIML. Tym samym nie narażamy się na zarzuty związane ze stosowaniem niedozwolonych barier technicznych w handlu ze strony zagranicznych producentów. Co więcej, odniesienie się w przepisach krajowych do precyzyjnych regulacji technicznych OIML, stanowi również ułatwienie dla polskich producentów, których produkty mogą z powodzeniem być eksportowane do całej Unii Europejskiej. Ten aspekt współpracy z OIML dobitnie pokazuje, jak istotną rolę w międzynarodowych relacjach gospodarczych odgrywa Organizacja oraz jak ważne jest, aby nasz udział w pracach technicznych był aktywny. Używając dużego uproszczenia należy stwierdzić, że większość technicznych przepisów krajowych w państwach członkowskich OIML w istocie wykuwana jest w organach technicznych OIML. To tam tworzą się konkretne propozycje rozwiązań, ścierają różne poglądy i powstają ostateczne, gotowe do wdrożenia regulacje. Moim zdaniem, nie do przecenienia jest również fakt, iż sama Organizacja, dzięki formule prowadzonych przez siebie prac, daje swoim członkom decydujący wpływ na ostatecznie przyjęte rozwiązania.

A co z obszarem zharmonizowanym? W jaki sposób prawo unijne jest powiązane z regulacjami stworzonymi przez OIML?

Tutaj wzajemna zależność jest jeszcze bardziej oczywista i wynika wprost z rozwiązań opracowanych przez Unię Europejską w ramach tzw. nowego podejścia do harmonizacji technicznej, przyjętego przez Unię w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Zgodnie z nowym podejściem, harmonizacja obligatoryjna, czyli ujęta w przepisach prawa, została ograniczona do zasadniczych wymagań technicznych, ustalanych na podstawie kryterium ochrony „interesu ogólnego”. W praktyce oznacza to, że w dyrektywach sprecyzowane są jedynie podstawowe cechy danej kategorii produktów, gwarantujące bezpieczeństwo i poprawność ich działania. Zgodnie z tą filozofią, wyrób może zostać wprowadzony do obrotu w dowolnym kraju Unii Europejskiej i cieszyć się swobodnym przepływem w ramach wspólnego rynku tylko wtedy, gdy jego producent może zadeklarować spełnianie zasadniczych wymagań, zawartych w konkretnej dyrektywie.

Z kolei stosowanie norm lub specyfikacji zharmonizowanych, czyli specyfikacji technicznych innych niż normy europejskie, w szczególności dokumentów normatywnych OIML, uznanych przez

Komisję Europejską i ogłaszanych w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej, ma charakter dobrowolny. Producent ma prawo wyboru rozwiązań, w oparciu o które zaprojektuje i wykona swój wyrób, pod warunkiem, że finalny produkt będzie spełniał zasadnicze wymagania zawarte w dyrektywach. Mówimy tutaj o domniemaniu zgodności z zasadniczymi wymaganiami wyrobów spełniających kryteria określone w normach i specyfikacjach zharmonizowanych.

Jakie wyzwania stoją dzisiaj przed OIML?

Współczesna metrologia prawna musi dotrzymać kroku globalnym procesom oraz powszechnie występującym tendencjom deregulacyjnym, zmianom infrastrukturalnym, rozwojowi technologicznemu i społeczno-ekonomicznemu świata, globalizacji w obszarze handlu, a także sprostać wyzwaniom wynikającym z powszechnego dostępu do informacji.

Pierwsi orędownicy powołania do życia OIML z pewnością nawet nie przypuszczali, jak dalece zmienią się realia, w których przyjdzie funkcjonować organizacji w przyszłości. Z jednej strony metrologia prawna niezmiennie ma za zadanie służyć dobru jednostki oczekującej, że pomiary, z którymi ma na co dzień do czynienia, będą wiarygodne. Z drugiej strony rewolucja technologiczna, która dokonała się w ostatnich dziesięcioleciach, otworzyła przed metrologią prawną nowe obszary działania. Nowe gałęzie nauki sięgają po dorobek metrologii, wykorzystując przy tym najnowsze metody pomiarowe.

Z tego punktu widzenia niektóre rozwiązania instytucjonalne w ramach OIML wymagają reform. Niejednokrotnie organy techniczne OIML, opracowujące przepisy techniczne w danym obszarze, nie są w stanie dotrzymać kroku szybkiemu rozwojowi technologicznemu i jednocześnie zapewnić, by regulacje nie hamowały postępu i innowacji. Potrzeba przyspieszenia prac technicznych jest wątkiem, który nieustająco powraca w dyskusjach prowadzonych na forum Organizacji. Z tym wiąże się również potrzeba „aktywizacji” niektórych członków i równomiernego rozłożenia pracy.

Czy OIML ma pomysł, jak to osiągnąć?

Kilka lat temu rozpoczęła się reforma dotycząca prac technicznych prowadzonych przez Organizację. Pierwszy etap zakończył się w 2013 roku, wraz

z zatwierdzeniem przez Międzynarodowy Komitet nowych dyrektyw technicznych OIML (OIML B 6-1:2013 *Directives for OIML technical work* – przyp. red.). W ramach reformy wdrożono zupełnie nowe procedury towarzyszące tworzeniu publikacji technicznych. Struktura organizacyjna, na poziomie organów roboczych, uległa „spłaszczeniu”. Obecnie prace techniczne toczą się w grupach projektowych, z których każda realizuje konkretny projekt. Pracami tymi kierują państwa członkowskie i to na nich spoczywa odpowiedzialność za realizowanie modelowego harmonogramu tworzenia publikacji. Zgodnie z przepisami wewnętrznymi Organizacji, prace na poziomie grupy projektowej nie powinny trwać dłużej niż trzy lata. Do państwa kierującego daną grupą należy opracowanie kolejnych projektów publikacji, koordynacja działań wszystkich uczestników prac i ewentualne wypracowywanie porozumienia w kwestiach spornych.

Ostatnie trzy lata były okresem, w którym nowy system się konstituował, tworzyły się grupy, a poszczególne państwa obejmowały przewodnictwo nad opracowywaniem konkretnych publikacji. Jednocześnie w samej Organizacji doszło do istotnych zmian związanych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi internetowych, umożliwiających prowadzenie prac technicznych na odległość. OIML zbudowała nową platformę internetową, za pośrednictwem której członkowie grup projektowych mogą opracowywać publikacje. System wciąż raczkuje i wymaga dużych nakładów pracy ze strony Biura (Międzynarodowego Biura Metrologii Prawnej, BIML – przyp. red.). Chodzi tu przede wszystkim o przybliżenie państwom członkowskim funkcjonalności nowych narzędzi i upowszechnienie ich wykorzystywania. System działa od kilku miesięcy, więc wciąż możemy mówić o wstępnym etapie jego wdrażania. Niemniej już teraz widać, jak duże możliwości może dać pełne wykorzystanie dostępnych narzędzi oraz, z drugiej strony, jak wiele jest jeszcze do zrobienia w obszarze edukowania uczestników prac i nakłaniania ich do przeniesienia prac technicznych do „rzeczywistości wirtualnej”.

Drugi etap reformy prac technicznych zainicjowany został w październiku tego roku podczas 50. posiedzenia CIML. Komitet zatwierdził projekt, w ramach którego opracowana zostanie nowelizacja dyrektyw technicznych OIML, umożliwiająca dalsze przyspieszenie prac nad publikacjami OIML, niezagrażające integralności procesu ich tworzenia. W odniesieniu do projektu Komitet przyjął „szybką

ścieżkę” prac i ich finalizację przed kolejnym posiedzeniem CIML w 2016 roku. Polska oczywiście weźmie udział w tych pracach.

Należy mieć nadzieję, że dalsze zmiany w procedurach rozwiążą dwa kluczowe problemy, z którymi zmagają się obecnie Organizacja, a mianowicie przedłużający się proces tworzenia nowych i nowelizowania istniejących publikacji oraz małą aktywność niektórych członków OIML.

Za nami 50. posiedzenie CIML, którego Pani Prezes jest członkiem. Czym zajmuje się ten organ i jakie ustalenia, poza tymi dotyczącymi reformy prac technicznych, zapadły podczas spotkania?

Zgodnie z Konwencją Komitet pełni rolę organu roboczego Konferencji (Międzynarodowej Konferencji Metrologii Prawnej – przyp. red.), a do jego zadań należy inicjowanie projektów i prowadzenie prac wpisujących się w cele strategiczne Organizacji. Innymi słowy, to Komitet kieruje procesem globalnej harmonizacji przepisów technicznych i wspiera rozwój wzajemnych stosunków między podmiotami zajmującymi się metrologią prawną. W praktyce oznacza to zgłaszanie i zatwierdzanie projektów realizujących prace techniczne oraz zatwierdzanie ostatecznych publikacji technicznych OIML.

Podczas tegorocznego posiedzenia Komitet podjął decyzję o zainicjowaniu trzech nowych projektów, w ramach których wszczęte zostaną prace w grupach projektowych oraz zatwierdził trzy zalecenia, dotyczące instalacji pomiarowych do gazu sprężonego zasilającego pojazdy, towarów paczkowanych oraz tonometrów.

Niezwykle istotnym zagadnieniem, omawianym podczas spotkania, była również kwestia współpracy Organizacji z krajami budującymi swoje systemy metrologiczne (Countries and Economies with Emerging Metrology Systems, CEEMS – przyp. red.). Wsparcie dla krajów rozwijających się, stanowiło od początku istnienia Organizacji, jeden z kluczowych obszarów podejmowanych przez nią działań. W tej dziedzinie OIML współpracuje blisko z UNIDO, Unią Europejską oraz Międzynarodowym Biurem Miar. Podczas tegorocznego posiedzenia Komitet zatwierdził pakiet wsparcia skierowany do krajów budujących swoje systemy metrologiczne. W ramach pakietu eksperci i przedstawiciele instytucji metrologicznych będą mogli uczestniczyć w kursach i szkoleniach organizowanych zarówno przez BIML, jak i przez państwa członkowskie. Ponadto OIML

będzie aktywnie wspierać proces tworzenia przepisów technicznych w tych krajach. Ważnym punktem tegorocznego posiedzenia było też zainicjowanie przez Komitet procesu reformy systemu certyfikacji OIML.

Na czym ma polegać ta reforma?

Stworzenie na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia międzynarodowego systemu certyfikacji OIML stanowiło narzędzie służące realizacji jednego ze strategicznych celów Organizacji, jakim jest wspieranie wzajemnego uznawania wyników kontroli metrologicznych. Ponieważ prawna kontrola metrologiczna, w największym skrócie, oznacza zapewnienie, że dany przyrząd spełnia określone wymagania, stworzenie globalnego systemu uznawalności certyfikatów miało ułatwić dostęp do systemu oceny zgodności podmiotom w krajach, w których budowa niezależnego systemu byłaby z różnych względów niemożliwa.

Utworzony w 1991 roku tzw. podstawowy system certyfikacji ma tę wadę, że certyfikaty wydawane przez uprawnione podmioty nie muszą być przez kogokolwiek uznawane. Sytuację uzdrowić miało stworzenie w 2005 roku systemu MAA (Mutual Acceptance Arrangement – przyp. red.). Nowy system miał stanowić uzupełnienie systemu podstawowego i zakładał możliwość zawierania przez instytucje odpowiedzialne za metrologię prawną deklaracji o wzajemnym uznawaniu. Miało to obowiązywać państwa członkowskie do uznawania wyników badań, przeprowadzanych zgodnie z przepisami OIML. Niestety system MAA, po ponad 10 latach funkcjonowania, obejmuje obecnie jedynie trzy typy przyrządów pomiarowych: wodomierze, przetworniki pomiarowe oraz wagi nieautomatyczne.

Innymi słowy mamy obecnie dwa, funkcjonujące niezależnie od siebie, systemy certyfikacji, z których żaden nie spełnił pokładanych w nim oczekiwań. Z jednej strony system podstawowy obejmuje sporą liczbę kategorii przyrządów, ale boryka się z ograniczoną uznawalnością certyfikatów oraz wyników badań, z drugiej strony system MAA został wyposażony w mechanizmy wzmacniające uznawalność, ale niestety katalog przyrządów objętych systemem jest bardzo ograniczony, a co za tym idzie zainteresowanie ze strony państw członkowskich udziałem w deklaracjach o wzajemnym uznawaniu jest niewielkie. Jednocześnie bolączką obydwu systemów jest niejasna struktura zarządzania nimi oraz brak

przejrzystych i czytelnych procedur kierujących ich działaniem.

Decyzja o zainicjowaniu procesu przebudowy systemów certyfikacji podjęta została w 2013 roku, wraz z powołaniem do życia specjalnej grupy roboczej, której powierzono opracowanie głównych założeń reformy. W tym roku Komitet założenia te przyjął. Zgodnie z rekomendacjami zgłoszonymi przez grupę roboczą, w miejsce dwóch obecnie istniejących systemów, utworzony zostanie jednolity system certyfikacji OIML. Całością działań, podejmowanych przez wszystkie podmioty zaangażowane w funkcjonowanie systemu certyfikacji OIML, kierować będzie tzw. Komitet Zarządzający. Ostateczny kształt systemu zostanie określony w publikacji bazowej, której zatwierdzenie nastąpi podczas kolejnego posiedzenia Międzynarodowej Konferencji Metrologii Prawnej w 2016 roku. Tym samym, o ile wszystko pójdzie zgodnie z planem, nowy system zacznie funkcjonować w styczniu 2017 roku.

Co czeka Organizację w przyszłości? Jakie powinny być dalsze kierunki jej rozwoju?

OIML jest dzisiaj najbardziej wpływową organizacją międzynarodową w obszarze metrologii prawnej. Zasadności jej istnienia obecnie nikt nie może zakwestionować, zaś jej dorobek stanowi ogromną wartość, zarówno w obszarze międzynarodowych stosunków gospodarczych, jaki i społecznych. Niemniej konieczne jest dalsze wdrażanie reform, dzięki którym rekomendacje OIML będą odpowiadały wymaganiom współczesnego świata i rozwojowi technologicznemu, przy uwzględnieniu różnego stopnia rozwoju krajów członkowskich. Jednocześnie uważam, że z punktu widzenia potrzeby głębszej liberalizacji globalnego handlu i eliminacji barier technicznych, kluczowe znaczenie w przyszłości będzie miała przebudowa systemu certyfikacji OIML.

Patrząc na dotychczasowy dorobek Organizacji i na prominentną rolę, jaką odgrywa ona współcześnie w obszarze stosunków gospodarczych, jestem przekonana, że pozycja OIML nie jest zagrożona. Dopóki będziemy mieli do czynienia z postępem technologicznym, dopóty będzie zapotrzebowanie na normy i specyfikacje techniczne.

Dziękuję bardzo za rozmowę.

Międzynarodowa Organizacja Metrologii Prawnej

w pigułce

Logo:



Dokument założycielski: Konwencja ustanawiająca Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej, podpisana w Paryżu dnia 12 października 1955 r. (Dz. U. 1959 Nr 4, poz. 24).

Typ organizacji: międzynarodowa organizacja rządowa

Data powstania: 12 października 1955 roku

Siedziba: Paryż (Francja)

Członkowie: 60 państw członkowskich
68 państw mających status korespondentów

Struktura organizacyjna:

- **Międzynarodowa Konferencja Metrologii Prawnej** (*la Conférence internationale de métrologie légale*),
- **Międzynarodowy Komitet Metrologii Prawnej** (*le Comité international de métrologie légale*, CIML),
- **Międzynarodowe Biuro Metrologii Prawnej** (*le Bureau international de métrologie légale*, BIML),
- **zespoły robocze** (obecnie są to komitety, podkomitety, grupy projektowe).

Kategorie publikacji:

- **zalecenia międzynarodowe (OIML R)**, które stanowią wzorcowe przepisy prawne, ustanawiające charakterystyki metrologiczne, wymagane od pewnych przyrządów pomiarowych i które określają metody i sprzęt do sprawdzania ich zgodności. Państwa członkowskie OIML wdrażają zalecenia w największym możliwym zakresie;
- **dokumenty międzynarodowe (OIML D)**, o charakterze informacyjnym, służyć mają harmonizacji i usprawnieniu prac w obszarze metrologii prawnej;
- **przewodniki międzynarodowe (OIML G)**, które mają charakter informacyjny i których celem jest określanie wytycznych w kwestii niektórych wymagań dotyczących metrologii prawnej;
- **podstawowe publikacje międzynarodowe (OIML B)**, które określają zasady działania różnych struktur i systemów OIML.

Języki robocze: angielski, francuski

Strona internetowa: <http://www.oiml.org/en>

Wizyta delegacji Biura ds. Metrologii Macedonii w GUM

Visit of the representatives from the Bureau of Metrology of the Republic of Macedonia in GUM

Marcin Mikiel (Gabinet Prezesa, GUM)

Artykuł omawia przebieg wizyty przedstawicieli Biura ds. Metrologii Republiki Macedonii (BoM) w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Warszawie, w Wydziale Zamiejscowym we Wrocławiu Okręgowego Urzędu Probierczego w Krakowie oraz w Głównym Urzędzie Miar. W artykule czytelnik zapozna się także z podstawowymi informacjami na temat programu pomocowego Unii Europejskiej TAIEX, w ramach którego wizyta się odbyła.

Article tells about the visit of the representatives of Bureau for Metrology of Republic of Macedonia in the frame of the TAIEX Study Visit, which took place in the Regional Assay Office in Warsaw, Branch Assay Office in Wrocław and in the Central Office of Measures in Poland in October 2015. In this article reader can also find a short information about the TAIEX programme, which is the Technical Assistance instrument of the European Commission.

14

Od 5 do 9 października z wizytą studyjną gościli w Polsce przedstawicielki Biura ds. Metrologii Republiki Macedonii. Spotkania odbywały się w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Warszawie, w Wydziale Zamiejscowym we Wrocławiu OUP w Krakowie oraz w GUM. Wizyta poświęcona była przede wszystkim poznaniu przez macedońskich gości metod badania i cechowania wyrobów z metali szlachetnych, w kontekście starań BoM o ratyfikację Konwencji o Kontroli i Cechowaniu Wyrobów z Metali Szlachetnych.



fol. arch. OUP Warszawa

Program wizyty, która odbyła się w ramach programu pomocowego UE TAIEX, łączył aspekty teoretyczne z praktycznymi.

Pierwszego dnia wizyty goście odwiedzili Okręgowy Urząd Probierczy w Warszawie, gdzie dyrektor urzędu p. Maria Magdalena Ulaczyk przedstawiła prezentację dotyczącą organizacji oraz podstaw prawnych działania administracji probierczej w Polsce. Ponadto, gościom zaprezentowano aspekty prawne związane z realizacją nadzoru nad wykonywaniem przepisów prawa probierczego, w szczególności z podstawami prawnymi oraz trybem przeprowadzania kontroli, co spotkało się z dużym zainteresowaniem delegatek. Ponadto przedstawiciel Głównego Urzędu Miar omówił organizację i działanie administracji miar w Polsce.

Interesującym zagadnieniem, przydatnym w procesie integracji Biura ds. Metrologii Republiki Macedonii ze strukturami międzynarodowymi, było zapoznanie gości z systemem jakości obowiązującym w OUP Warszawa oraz procesem obsługi klienta. Goście poznali metody badań: przybliżonych na kamieniu probierczym i fluorescencji rentgenowskiej. Mieli również możliwość dowiedzieć się, jak badać metodami analitycznymi: metodą potencjometryczną

dla badania stopów srebra, metodą kupelacyjną dla badania stopów złota, metodą optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES dla badania stopów platyny i palladu – stosowaną wyłącznie w OUP w Warszawie. Ponadto zaprezentowano metody oznaczania wyrobów z metali szlachetnych: tradycyjną za pomocą znacznika probierczego oraz laserową.

Ciekawym zagadnieniem dla gości okazało się omówienie problemu fałszywych cech probierczych – przedstawiciele wydziału nadzoru przedstawili tryb postępowania z takimi przypadkami, jak również zaprezentowali wizualizację cech prawdziwych oraz fałszywych.

Kolejną częścią wizyty studyjnej przedstawicielek Biura ds. Metrologii Macedonii było odwiedzenie Wydziału Zamiejscowego we Wrocławiu, podlegającego pod Okręgowy Urząd Probierczy w Krakowie. Tak jak w przypadku OUP Warszawa, wymiar teoretyczny połączono z praktycznym. Delegatki miały okazję nie tylko zapoznać się z trybem działania urzędu we Wrocławiu, ale również z metodami

badania wyrobów z metali szlachetnych. Szczególne zainteresowanie gości wzbudziła metoda przybliżona, ze względu na wachlarz stosowanych iglic probierczych jako wzorców, technikę wykonywania narysów na kamieniu probierczym, skład stosowanych dla poszczególnych prób cieczy probierczych. Nie mniejszy nacisk położono na aspekt teoretyczny – naczelnik WZ Wrocław p. Romuald Miękus przedstawił teoretyczne aspekty oznaczania wyrobów z metali szlachetnych, podkreślając rangę cechy probierczej, jako decyzji administracyjnej.

Wizyta, która odbyła się dzięki wsparciu Komisji Europejskiej, stanowi doskonały przykład nie tylko wzajemnej współpracy pomiędzy instytucjami metrologicznymi z różnych państw, ale także przykład udanej kooperacji polskiego NMI z Komisją Europejską.

Należy zaznaczyć, iż przyjazd przedstawicieli BoM z Macedonii to już druga taka wizyta w Głównym Urzędzie Miar. Poprzednia odbyła się w grudniu 2014 r. i dotyczyła wag nieautomatycznych.

Program TAIEX



Program TAIEX Technical Assistance and Information Exchange Instrument of the European Commission (Instrument Pomocy Technicznej oraz Wymiany Informacji Komisji Europejskiej), w ramach którego odbyła się wizyta, jest narzędziem Komisji, mającym na celu udzielanie krótkoterminowej pomocy technicznej przy wprowadzaniu zmian przystosowujących przepisy prawne krajów bałkańskich, basenu Morza Śródziemnego czy państw Partnerstwa Wschodniego do prawa wspólnotowego. TAIEX wspiera administracje tych państw na 3 sposoby, organizując:

- ♦ warsztaty robocze: eksperci z państw Unii Europejskiej przekazują wiedzę z danego obszaru prawa UE dużej liczbie przedstawicieli państwa – beneficjenta;
- ♦ misje eksperckie: ekspert/eksperci państwa członkowskiego UE przekazują wiedzę dotyczącą implementacji danego obszaru prawa UE „na miejscu”, w kraju beneficjenta;
- ♦ wizyty studyjne: grupa 3 przedstawicieli – praktyków z kraju beneficjenta bierze udział w wizycie studyjnej, organizowanej przez administrację państwa członkowskiego UE.

W ramach TAIEX odbywa się współpraca Komisji Europejskiej z przedstawicielami administracji centralnej, szczególnie zaangażowanymi w proces stanowienia prawa np. w parlamentach, a także z partnerami społecznymi, związkami zawodowymi, organizacjami pracodawców.

Porównania państwowych wzorców temperatury w GUM i INTiBS PAN

Comparison of the national temperature standards at GUM and INTiBS PAN

A. Szmyrka-Grzebyk, A. Grykałowska, B. Kołodziej, A. Kowal, H. Manuskiewicz

(Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, Wrocław)

E. Grudniewicz, M. Kozicki, A. Wełna (Główny Urząd Miar, Warszawa)

Po raz pierwszy w Polsce przeprowadzono bilateralne porównania państwowych wzorców jednostki temperatury, znajdujących się w GUM i INTiBS PAN, w zakresie temperatur od 83,8058 K do 273,16 K, w których oba wzorce realizują Międzynarodową Skalę Temperatury z 1990 r. Na podstawie tych porównań wyznaczono stopień równoważności obu wzorców w pokrywającym się zakresie temperatur.

The first time in Poland a bilateral comparison of the national standards of temperature unit maintained at GUM and INTiBS PAN was conducted in the temperature range from 83.8058 K to 273.16 K, in which the two standards realize the International Temperature Scale of 1990. On the comparisons basis the degree of equivalence of the two standards in the overlapping range of temperatures were determined.

Wprowadzenie

W Polsce utrzymywane są dwa wzorce jednostki miary temperatury rangi państwowej. W bardzo szerokim zakresie temperatur, od około 13 K do 962 °C, Międzynarodowa Skala Temperatury z 1990 r. (MST-90) definiuje kilkanaście punktów stałych, w których należy wzorcować interpolacyjne platynowe termometry rezystancyjne oraz podaje postać równań interpolacyjnych, służących do wyznaczenia wartości temperatury pomiędzy punktami wzorcowania [1, 2]. W zakresie niskich temperatur (13 K–273 K) stosuje się termometr platynowy o niewielkich wymiarach, typu kapsułkowego (CSPRT). Natomiast już od temperatury punktu potrójnego argonu (83,8058 K) używany jest termometr długi *long stem* (SPRT), znacznie różniący się konstrukcją od czujnika niskotemperaturowego. Oba typy termometrów mogą być wykorzystane do wyznaczania temperatury w pokrywającym się zakresie temperatur, po wykonaniu wzorcowania w punkcie potrójnym wody (273,16 K), rtęci (234,3156 K) i argonu (83,8058 K). Takie działanie wynika z przyjętej definicji skali MST-90 i jej praktycznej realizacji.

W Laboratorium Temperatury Zakładu Fizykochemii Głównego Urzędu Miar znajduje się wzorzec

temperatury dla zakresu od 83,8058 K (–189,3442 °C) do 961,78 °C, tj. od punktu potrójnego argonu do punktu krzepnięcia srebra [3, 4], a w Laboratorium Wzorca Temperatury w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN wzorzec niskotemperaturowy dla zakresu od 13,8033 K do 273,16 K, tj. od punktu potrójnego wodoru do punktu potrójnego wody [5, 6].

W celu jednoznacznego określenia stopnia równoważności obu wzorców w pokrywającym się zakresie temperatur potrzebne jest przeprowadzenie porównań międzylaboratoryjnych.

Porównania dokładności realizacji punktu potrójnego wody i rtęci w GUM i INTiBS PAN przeprowadzono kilka lat temu [7]. Ostatnio pomiary te powtórzono, rozszerzając je o porównania punktu potrójnego argonu. Po wykonaniu w INTiBS PAN odpowiedniego kriostatu argonowego, w którym mogą być wzorcowane zarówno termometry typu CSPRT, jak i *long stem* SPRT, porównania obu wzorców w zakresie od punktu potrójnego argonu do punktu potrójnego wody stały się możliwe. Dzięki temu staje się też możliwa ocena dokładności realizacji MST-90, w szerokim zakresie niskich temperatur, w obu krajowych instytucjach metrologicznych.

Wzorzec temperatury w GUM

Wzorzec temperatury utrzymywany w GUM szczegółowo został opisany w pracy [4]. Termometrem interpolacyjnym wzorcowanym w punktach stałych MST-90 jest platynowy termometr rezystancyjny SPRT typu *long stem* model 8163Q nr G01S4823, którego konstrukcję schematycznie pokazano na rys. 1.

Punkt potrójny wody realizowany jest na stanowisku firmy ISOTECH lub Fluke Hart Scientific, wyposażonym w komórkę wody nr 998Q o znanym składzie izotopowym. Komórka posiada powiązanie, przez komórkę transferową uczestniczącą w bilateralnych porównaniach EURAMET.T-K7.3 [8] wykonanych w VSL w Delft, z porównaniami kluczowymi (światowymi) CCT-K7 [9]. W porównaniach wyznaczono stopień równoważności $D_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O})$ z europejską wartością referencyjną $T_{\text{ERV}}(\text{H}_2\text{O})$, wyrażony zależnością różnicową:

$$D_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}) = T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}) - T_{\text{ERV}}(\text{H}_2\text{O}) = 9,8 \mu\text{K} \pm 134 \mu\text{K}$$

gdzie $T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O})$ jest wartością temperatury punktu potrójnego wody w komórce GUM. Został także wyznaczony stopień równoważności $D_{\text{GUM-KCRV}}(\text{H}_2\text{O})$ wzorca GUM z wartością referencyjną $T_{\text{KCRV}}(\text{H}_2\text{O})$ porównań kluczowych CCT-K7:

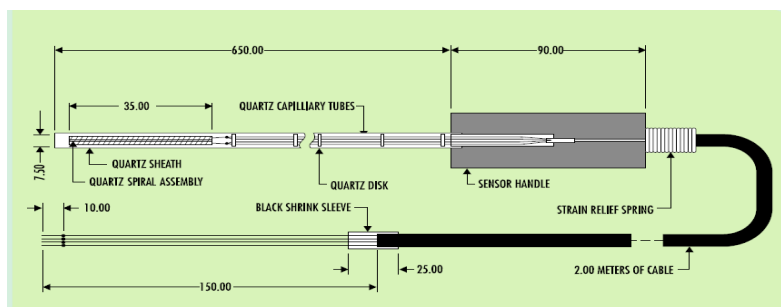
$$D_{\text{GUM-KCRV}}(\text{H}_2\text{O}) = T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}) - T_{\text{KCRV}}(\text{H}_2\text{O}) = 74,5 \mu\text{K} \pm 140 \mu\text{K}$$

Stanowisko do realizacji punktu rtęci jest także produkcji ISOTECH. Stosowana w nim komórka rtęci ITL-M-17724 nr M27 uczestniczyła w wielostronnych porównaniach EUROMET.T-K3 (EUROMET Project 552) [10] z udziałem 24 europejskich instytutów metrologicznych. Uzyskano stopień równoważności wzorca GUM:

$$D_{\text{GUM}}(\text{Hg}) = T_{\text{GUM}}(\text{Hg}) - T_{\text{ERV}}(\text{Hg}) = -0,13 \text{ mK} \pm 0,74 \text{ mK}$$

Punkt potrójny argonu realizowany jest w kriostatcie wykonanym we francuskim instytucie metrologicznym BNM-INM/CNAM (od 2005 r. LNE-INM/CNAM) w latach 80. ubiegłego wieku. Istotnym elementem kriostatu jest studnia na termometr pla-

tynowy o średnicy 7 mm, zaprojektowana dla typowych termometrów typu *long stem*. Zdjęcie kriostatu argonowego przedstawiono na rys. 2. Tego typu kriostaty, w wielu przypadkach zmodernizowane, są najczęściej stosowane w europejskich instytutach metrologicznych. W porównaniach EUROMET.T-K3



Rys. 1. Konstrukcja platynowego termometru rezystancyjnego SPRT typu *long stem*

został wyznaczony także stopień równoważności dla stanowiska argonowego, którym dysponuje GUM:

$$D_{\text{GUM}}(\text{Ar}) = T_{\text{GUM}}(\text{Ar}) - T_{\text{ERV}}(\text{Ar}) = -0,74 \text{ mK} \pm 0,99 \text{ mK}$$

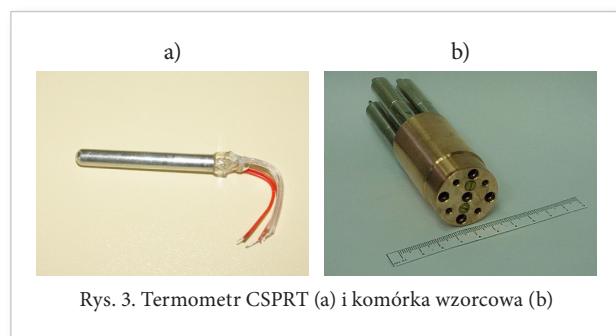
Obecnie GUM bierze też udział w porównaniach kluczowych EURAMET.T-K9, dzięki czemu możliwe będzie wyznaczenie aktualnego stopnia równoważności realizacji punktu potrójnego argonu w GUM w odniesieniu do innych europejskich i światowych wzorców.



Rys. 2. Kriostat do realizacji punktu potrójnego argonu w GUM

Wzorzec temperatury w INTiBS PAN

Elementami niskotemperaturowego wzorca temperatury utrzymywanego w INTiBS PAN są termometry platynowe typu kapsułkowego CSPRT (rys. 3a) oraz zestaw komórek (rys. 3b) o niewielkich wymiarach, odpowiednich dla CSPRT, do realizacji kriogenicznych punktów stałych, punktu potrójnego wodoru (13,8033 K), neonu (24,5561 K), tlenu (54,3584 K) i argonu (83,8058 K) [6, 11].



Rys. 3. Termometr CSPRT (a) i komórka wzorcowa (b)

Parametry metrologiczne tych podstawowych elementów wzorca zostały zweryfikowane w porównaniach międzynarodowych. Termometr platynowy CSPRT uczestniczył w porównaniach kluczowych CCT-K2.4 przeprowadzonych w NRC w Kanadzie [12], a komórka punktów stałych (komórka wzorcowa) została opracowana w trakcie realizacji projektu w 5. Programie Ramowym nr G6RD-CT-1999-00114 o akronimie MULTICELLS, w którym brał udział INTiBS PAN [13].

Do uzyskiwania niskich temperatur stosowany jest kriostat adiabaticzny własnej konstrukcji (rys. 4). W kriostacie tym w punkcie potrójnym argonu realizowanym, w komórce o numerze E5_Ar (komórka referencyjna w INTiBS PAN) wzorcowany był termometr CSPRT o numerze HS 247, biorący udział w omawianych porównaniach bilateralnych.

Do realizacji punktu potrójnego rtęci i wody stosowane są stanowiska firmy ISOTECH. Komórka rtęci nr 220 (komórka referencyjna w INTiBS PAN) brała udział w bilateralnych

porównaniach przeprowadzonych w PTB [14], a komórka wody nr 901 o znanym składzie izotopowym uczestniczyła w porównaniach kluczowych EURAMET.T-K7.2 [15]. Wyznaczono stopień równoważności wzorcowej komórki wody INTiBS PAN z referencyjną wartością europejską $T_{ERV}(\text{H}_2\text{O})$:

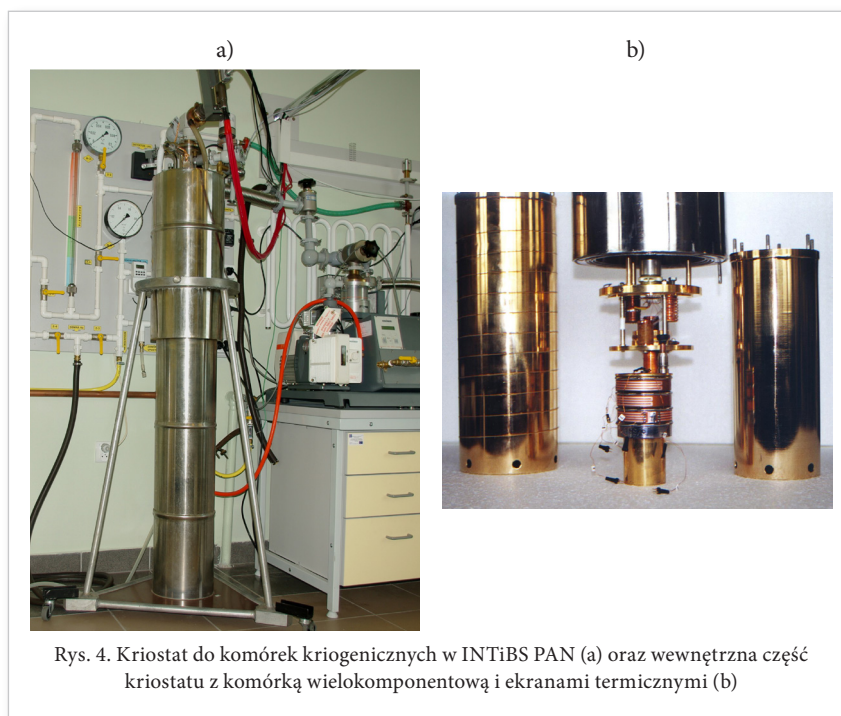
$$D_{INT}(\text{H}_2\text{O}) = T_{INT}(\text{H}_2\text{O}) - T_{ERV}(\text{H}_2\text{O}) = 1,2 \mu\text{K} \pm 111 \mu\text{K}$$

gdzie $T_{INT}(\text{H}_2\text{O})$ jest wartością temperatury punktu potrójnego wody w komórce INTiBS PAN. Po uwzględnieniu różnicy między europejską wartością referencyjną $T_{ERV}(\text{H}_2\text{O})$ i wartością $T_{KCRV}(\text{H}_2\text{O})$, wyznaczoną w porównaniach kluczowych CCT-7, oszacowano także stopień równoważności między komórką wody INTiBS PAN i wartością referencyjną KCRV, który wynosi:

$$D_{INT-KCRV}(\text{H}_2\text{O}) = T_{INT}(\text{H}_2\text{O}) - T_{KCRV}(\text{H}_2\text{O}) = 65,9 \mu\text{K} \pm 117,6 \mu\text{K}$$

Procedura i wyniki porównania wzorców temperatury

Porównania wzorców temperatury GUM i INTiBS PAN zostały przeprowadzone w Instytucie we Wrocławiu według procedur opartych na odpowiednich protokołach międzynarodowych: EUROMET.T-K3, EURAMET.T-K7 oraz EURAMET.T-K9. W etapie początkowym obie insty-



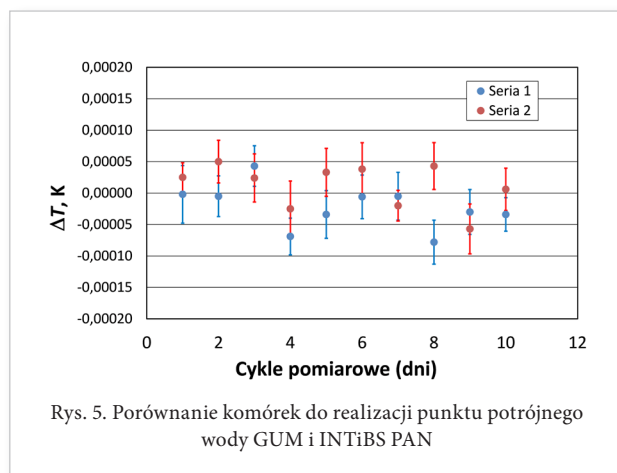
Rys. 4. Kriostat do komórek kriogenicznych w INTiBS PAN (a) oraz wewnętrzna część kriostatu z komórką wielokomponentową i ekranami termicznymi (b)

tucje wykonały wzorcowanie termometrów platynowych na własnych stanowiskach wzorcowych, w punkcie potrójnym wody, rtęci i argonu, zgodnie ze standardową metodą stosowaną w laboratorium. GUM zastosował termometr platynowy typu *long stem* o numerze YSI-G01S4823, a INTiBS PAN termometr typu kapsułkowego HS 247. Następnie GUM dostarczył do INTiBS PAN komórkę wody, rtęci i stanowisko do realizacji punktu potrójnego argonu wraz z wzorcowym termometrem platynowym typu *long stem* YSI-G01S4823.

Dla każdego pomiaru został opracowany budżet niepewności i oszacowana wartość niepewności.

Porównania komórek wody

Przeprowadzono dwie serie pomiarowe, w których wyznaczano rezystancję wzorcowych termometrów platynowych GUM i INTiBS PAN we wzorcowej komórce wody GUM (nr 998Q) i INTiBS PAN (nr 901), wykonując po 10 cykli pomiarowych w każdej serii. Wyniki pomiarów wykonanych termometrem CSPRT HS 247 przedstawia rys. 5. Na wykresie zaznaczono oszacowane wartości niepewności rozszerzonej pomiaru.



Rys. 5. Porównanie komórek do realizacji punktu potrójnego wody GUM i INTiBS PAN

Na podstawie przeprowadzonych porównań wyznaczono wartość różnicy temperatur punktu potrójnego wody w obu komórkach, która wynosi:

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{GUM-INT}}(\text{H}_2\text{O}) &= T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}) - T_{\text{INT}}(\text{H}_2\text{O}) \\ &= -10,7 \mu\text{K} \pm 104 \mu\text{K} \end{aligned}$$

gdzie $T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O})$ jest średnią wartością temperatury punktu potrójnego wody w komórce referencyjnej GUM, a $T_{\text{INT}}(\text{H}_2\text{O})$ w komórce INTiBS PAN.

Porównania komórek rtęci

Porównania temperatury punktu potrójnego rtęci wykonane były dla trzech realizacji przejścia fazowego w komórkach wzorcowych obu instytucji (GUM nr M27 i INTiBS PAN nr 220) przy użyciu tych samych wzorcowych termometrów platynowych (YSI-G01S4823 i HS 247).

W celu uniknięcia błędu związanego z potencjalnym dryfem rezystancji termometru, różnicę temperatur szacowano poprzez różnicę funkcji referencyjnych $W(T(\text{Hg}))$, wyrażoną zależnością:

$$\Delta W_{\text{GUM-INT}}(T(\text{Hg})) = W_{\text{GUM}}(T(\text{Hg})) - W_{\text{INT}}(T(\text{Hg}))$$

gdzie:

$$W_{\text{GUM}}(T(\text{Hg})) = R_{\text{GUM}}(T(\text{Hg})) / R(T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}))$$

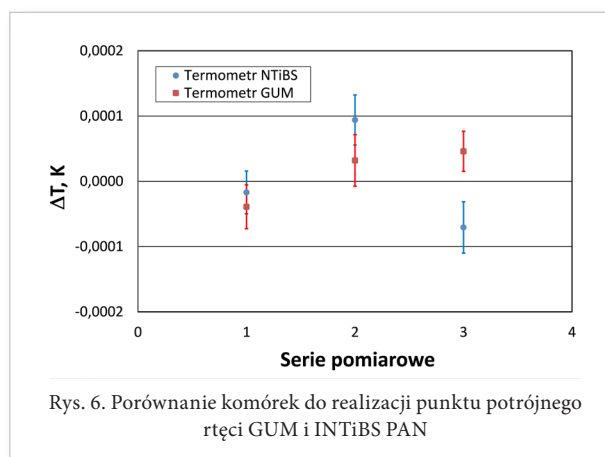
$$W_{\text{INT}}(T(\text{Hg})) = R_{\text{INT}}(T(\text{Hg})) / R(T_{\text{INT}}(\text{H}_2\text{O}))$$

przy czym $R_{\text{GUM}}(T(\text{Hg}))$ jest wartością rezystancji termometru SPRT w punkcie potrójnym rtęci, realizowanym w komórce wzorcowej GUM nr M27. $R(T_{\text{GUM}}(\text{H}_2\text{O}))$ jest rezystancją w punkcie potrójnym wody w referencyjnej komórce GUM (nr 998Q), natomiast $R_{\text{INT}}(T(\text{Hg}))$ jest wartością rezystancji termometru CSPRT nr HS 247 w punkcie potrójnym rtęci, realizowanym w komórce wzorcowej INTiBS PAN nr 220, a $R_{\text{INT}}(T(\text{H}_2\text{O}))$ jest rezystancją tego termometru w referencyjnej komórce wody INTiBS PAN nr 901.

Wyznaczono wartość średnią (z trzech serii pomiarowych) różnicy temperatur punktu potrójnego rtęci we wzorcowej komórce GUM nr M27 i komórce INTiBS PAN nr 220 wynoszącą:

$$\Delta T_{\text{GUM-INT}}(\text{Hg}) = 1,2 \mu\text{K} \pm 158 \mu\text{K}$$

Na rys. 6 przedstawiono uzyskane wyniki.



Rys. 6. Porównanie komórek do realizacji punktu potrójnego rtęci GUM i INTiBS PAN

Porównania komórek argonu

Z uwagi na różnice konstrukcyjne termometrów CSPRT i *long stem* SPRT nie można było dokonać bezpośrednich porównań dokładności realizacji punktu potrójnego argonu w stanowiskach wzorcowych obu instytucji. Porównania te przeprowadzono metodą pośrednią, wykonując wzorcowanie termometru CSPRT stanowiącego element wzorca w INTiBS PAN w miniaturowej komórce E5-Ar (komórka referencyjna INTiBS PAN). Następnie wyznaczono jego rezystancję w zbudowanym w instytucie kriostacie wyposażonym w dużą komórkę argonu (komórka transferowa INTiBS PAN), stosując odpowiednią wstawkę (rys. 7). Konstrukcja kriostatu i jego parametry metrologiczne zostały opisane w pracach [16, 17].

Podobnie jak w przypadku rtęci, różnicę temperatur w komórkach argonu szacowano poprzez różnicę funkcji referencyjnych. W ten sposób wyznaczona różnica temperatur $\Delta T_{\text{INTtrans-ref}}(\text{Ar})$ punktu potrójnego argonu w komórce transferowej i w komórce referencyjnej E5-Ar wynosi:

$$\Delta T_{\text{INTtrans-ref}}(\text{Ar}) = 0,24 \text{ mK} \pm 0,3 \text{ mK}$$

Wyznaczono również wartość różnicy temperatur punktu potrójnego argonu w kriostacie GUM i komórce transferowej INTiBS PAN. Porównania wykonano dwukrotnie w odstępie kilkunastu miesięcy. Do porównań zastosowano termometr platy-

nowy YSI-G01S4823. Wartość rezystancji termometru przyjmowano jako średnią z pomiarów w trzech realizacjach przemiany fazowej. W pierwszej serii pomiarów otrzymano wartość:

$$\Delta T_{\text{GUM-INTtrans}}(\text{Ar})_1 = -0,75 \text{ mK} \pm 2,32 \text{ mK}$$

a w drugiej serii:

$$\Delta T_{\text{GUM-INTtrans}}(\text{Ar})_2 = -0,88 \text{ mK} \pm 2,40 \text{ mK}$$

Średnia wartość różnicy temperatury punktu potrójnego argonu realizowanego w kriostacie GUM i w komórce transferowej INTiBS PAN wynosi:

$$\Delta T_{\text{GUM-INTtrans}}(\text{Ar}) = -0,82 \text{ mK} \pm 1,67 \text{ mK}$$

stąd różnica temperatur punktów potrójnych realizowanych w kriostacie argonowym GUM i w komórce referencyjnej INTiBS PAN o numerze E5-Ar ma wartość:

$$\Delta T_{\text{GUM-INTref}}(\text{Ar}) = -0,58 \text{ mK} \pm 1,70 \text{ mK}$$

Duża wartość niepewności pomiarów związana jest z parametrami, które wynikają z konstrukcji kriostatu argonowego GUM.

Podsumowanie

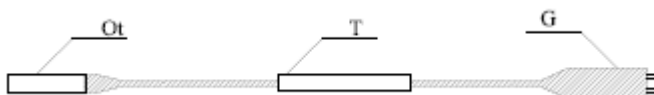
Po raz pierwszy wyznaczono stopień równoważności dwóch państwowych wzorców temperatury utrzymywanych w GUM i INTiBS PAN w zakresie



a)



b)



Rys. 7. Kriostat do realizacji punktu potrójnego argonu w INTiBS PAN, komórka z argonem (a), wstawkę dla CSPRT (b)

temperatur od 83.8058 K do 273,16 K, przez porównanie dokładności realizacji punktów stałych skali, punktu potrójnego wody, rtęci i argonu. Porównania krajowe przeprowadzono zgodnie z zasadami międzynarodowymi. Pozwoliło to na zachowanie jednolitego podejścia stosowanego wśród europejskich, a także światowych instytutów metrologicznych. Uzyskane wyniki w postaci stopni równoważności wzorców krajowych pozostają w dobrej zgodności z wartościami otrzymanymi w drodze porównań międzynarodowych. W konsekwencji pozwala to na stwierdzenie, że przekazywanie przez obie instytucje jednostki temperatury w kraju do wzorców o niższej randze jest spójne i wiarygodne, tym samym zgodne z oczekiwaniami klientów GUM i INTiBS PAN, głównie laboratoriów akredytowanych coraz częściej poszukujących wzorcowań o najwyższej jakości metrologicznej.

Podziękowanie

Autorzy pracy dziękują dr. Leszkowi Lipińskiemu za dyskusje i liczne uwagi merytoryczne podczas wykonywania opisanych badań.

Praca naukowa współfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu badawczego PBS1/A9/6/2012.

Literatura

- [1] Preston-Thomas H., *The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90)*, Metrologia, 1990, vol. 27, 3.
- [2] BIPM Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990, 1990, Sèvres.
- [3] MP nr 35, 2003, poz. 492, Obwieszczenie Prezesa GUM z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie jednostek miar spełniających warunki określone dla państwowych wzorców jednostek miar.
- [4] Grudniewicz E., *Państwowy wzorzec jednostki temperatury w Głównym Urzędzie Miar*, Biuletyn Informacyjny GUM, 2008, nr 11, 3.
- [5] GUM (2001), Zarządzenie nr 20 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 28 marca 2001 r. Dz. Urz. Głównego Urzędu Miar Nr 1, poz. 9.
- [6] Szmyrka-Grzebyk A., *Wzorzec temperatury w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu*, Biuletyn Informacyjny GUM, 2008, nr 2, 13.
- [7] Szmyrka-Grzebyk A., Grudniewicz E., Manuszkiewicz E., Roszkowski E., Jancewicz D., Kowal A., *Bilateralne porównania komórek do realizacji punktu potrójnego wody i rtęci w GUM i INTiBS PAN*, Kongres Metrologii – Materiały Konferencyjne, Łódź, 2010, 228.
- [8] Peruzzi A., Grudniewicz E., Final report on EURAMET.T-K7.3: *Bilateral comparison of water triple point cells*, Metrologia, 2012, 49, Tech. Suppl., 03008.
- [9] Peruzzi A i in., Final Report on EUROMET.T-K7: Key comparison of water triple point cells, Metrologia, 2009, 46, Tech. Suppl. 03001.
- [10] Renaot E., Hermier Y., Valin M. H., Bonnier G., Adunka F., Van Der Linden A., Dobre M., Smíd M., Bronnum A., Weckstrom T., Tegeler E., Noatsch U., Anagnostou M., Turzo-Andras E., Nemeth S., White M., Marcarino P., Steur P., Pauzha A., Augevicius V., de Groot M., Nielsen J., Helgesen F., Roszkowski W., Grudniewicz E., Kuna R., Filipe E., Lobo I., Gaita S., Chimenti V., Ivarsson J., Duris S., Ranostaj J., Bojkovski J., Steiner A., Ugur S., Gray J., Bruce S., Rusby R. and Head D., Final Report on EUROMET.T-K3: *Regional key comparison of the realisations of the ITS-90 from 83.8058 K to 692.677 K*, Metrologia, 2007, 44, Tech. Suppl.03001.
- [11] Szmyrka-Grzebyk A., Kowal A., Grykałowska A., *Państwowy wzorzec jednostki miary temperatury dla zakresu niskich temperatur*, Kongres Metrologii - Materiały Konferencyjne, Łódź, 2010, 230.
- [12] Hill K. D., Szmyrka-Grzebyk A., Lipiński L., Hermier Y., Pitre L., Sparasci F., CCT-K2.4: NRC/INTiBS/LNE-Cnam trilateral comparison of capsule-type standard platinum resistance thermometers from 13.8 K to 273.16 K, Metrologia, 2012, 49, Tech. Suppl, 03005.
- [13] Pavese F., Fellmuth B., Head D., Hermier Y., Peruzzi A., Szmyrka-Grzebyk A., Zanin L., *"MULTICELLS" the European Project on Cryogenic Temperature Fixed Points in Sealed Cells*, Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry, 2003, 7, 161.
- [14] Szmyrka-Grzebyk A., Project EURAMET no 916; Final Report.
- [15] Peruzzi A., Szmyrka-Grzebyk A., Final report on EURAMET.T-K7.2: *Bilateral comparison of water triple point cells*, Metrologia, 2012, 49, Tech. Suppl., 03006.
- [16] Kołodziej B., *Realizacja punktu potrójnego argonu jako definicyjnego punktu stałego skali temperatury*, Praca Doktorska, Politechnika Wrocławska, 2013.
- [17] Kołodziej B., Manuszkiewicz H., Szmyrka-Grzebyk A., Lipiński L., Steur P. P. M., Pavese F., *Argon triple-point device for SPRTs calibration*, Intern. Journ. of Thermophysics, 2015, 6, 229.

Bezpośredni pomiar energii szansą na poprawę skuteczności radioterapii – wzorce dawki pochłoniętej w wodzie

Direct measurement of energy to improve the effectiveness of radiation therapy – standards for absorbed dose to water

Witold Rzodkiewicz (Zakład Promieniowania i Drgań, GUM)

Istotnym elementem w leczeniu radioterapią są m.in. zależności odpowiedzi tkanki nowotworowej i tkanki zdrowej w funkcji dawki pochłoniętej w objętości napromienianej. W Głównym Urzędzie Miar (GUM) podjęto się budowy stanowisk dawki pochłoniętej w wodzie w polu promieniowania gamma nuklidu ^{60}Co służących do wzorcowania dawkomierzy terapeutycznych. Pierwsze stanowisko korzysta z jonometrycznego wzorca pierwotnego. Natomiast drugie stanowisko będzie stosować kalorymetryczny wzorec dawki pochłoniętej w wodzie – kalorymetr wodny. Posiadanie wzorca pierwotnego w postaci kalorymetru wodnego pozwoli na znaczne rozszerzenie zakresu energii, dla których możliwe będzie wzorcowanie użytkowych dawkomierzy terapeutycznych (obejmie on zakresy energetyczne akceleratorów medycznych), zmniejszy znacząco względne niepewności złożone i błędy procesu odtwarzania oraz wzorcowania, a także umożliwi wyznaczanie wartości mocy dawki pochłoniętej w wodzie dla różnego rodzaju promieniowania jonizującego wykorzystywanego w radioterapii.

In this paper the measurement systems at the Central Office of Measures (GUM) using for reproduction and dissemination of the unit of the absorbed dose to water in gamma rays of radionuclide ^{60}Co were introduced. Dosimetric systems with ionization chamber and calorimeter were used for determination of the absorbed dose of water.

22

Wstęp

Podstawą biologiczną radioterapii są zależności odpowiedzi tkanki nowotworowej i tkanki zdrowej w funkcji dawki pochłoniętej w objętości napromienianej. Oznacza to, że o skuteczności wyleczenia decyduje możliwość podania dawki dostatecznej do uzyskania miejscowego wyleczenia guza, a nie powodującej nadmiernych komplikacji w otaczającej nowotwór tkance zdrowej. Wartości dawek oddziałujących na miejscowe wyleczenie guza bez zbyt silnej reakcji otaczających zdrowych tkanek mieszczą się na ogół w bardzo wąskim przedziale. W radioterapii nowotworów zmiana względnej wartości dawki o 5 % może spowodować zmianę prawdopodobieństwa wyleczenia nawet o 25 %. Dokładność na poziomie mniejszym niż 5 % jest w praktyce trudna do osiągnięcia. Składają się na nią:

a) dokładność odtworzenia jednostki dawki pochłoniętej w wodzie i przekazywania jednostki

w procesie wzorcowania na wtórne wzorce, a następnie na użytkowe dawkomierze terapeutyczne;

b) powtarzalność podawania dawki pacjentowi w trakcie kolejnych frakcji napromieniania.

O skuteczności wyleczenia decyduje możliwość podania dawki dostatecznej do uzyskania miejscowego wyleczenia guza, a nie powodującej nadmiernych komplikacji w otaczającej nowotwór tkance zdrowej. Jeżeli dawka jest zbyt mała, istnieje duże prawdopodobieństwo przeżycia części komórek guza i nawrotu choroby. Natomiast, gdy dawka jest zbyt duża, wówczas pojawiają się niekorzystne, często groźne reakcje tkanek zdrowych. W tym przypadku wydaje się być istotne, aby móc dysponować takimi wzorcami terapeutycznymi, żeby w sposób bardzo dokładny określić podawaną dawkę pacjentowi.

W związku z tym w GUM podjęto się m.in. budowy stanowiska dawki pochłoniętej w wodzie, służącego do wzorcowania dawkomierzy terapeutycznych;

tycznych metodą kalorymetryczną. Zatem, celem tej pracy jest pokazanie możliwości jak najbardziej dokładnego odtworzenia jednostki dawki pochłoniętej w wodzie i przekazywania tej jednostki w procesie wzorcowania na wtórne wzorce, a następnie na użytkowe dawkomierze terapeutyczne.

Określanie dawki pochłoniętej w wodzie

Głównym celem dla określenia dawki pochłoniętej w wodzie jest dokładne przekazanie dawki promieniowania pacjentowi choremu na nowotwór podczas radioterapii. Ponieważ woda jest rozważana jako materiał równoważny tkance, a także z uwagi na to, że ludzkie ciało jest głównie złożone z wody, zatem można się zgodzić, że wzorcowanie urządzeń terapeutycznych może być wykonywane na podstawie dawki pochłoniętej w wodzie. W tym celu wykorzystuje się różnorodne przyrządy dozymetryczne, takie jak:

- detektory gazowe (komory jonizacyjne, liczniki proporcjonalne, liczniki Geigera-Müllera),
- detektory oparte o przemiany termodynamiczne (kalorymetry: wodne, grafitowe),
- detektory luminescencyjne (liczniki scyntylicyjne),
- detektory półprzewodnikowe,
- detektory oparte o przemiany chemiczne (detektory filmowe, śladów cząstek),
- detektory termoluminescencyjne.

Komory jonizacyjne, wzorce kalorymetryczne i dozymetry chemiczne mogą zostać użyte do wykonania pomiaru bezwzględnej dawki w danym punkcie, podczas gdy dozymetry ciała stałego są stosowane dla względnych pomiarów dawki. Szczegółowy opis ww. dozymetrów i ich procedur dla pomiaru dawki pochłoniętej z zastosowaniem ww. przyrządów pomiarowych można znaleźć w różnorodnych książkach poświęconych dozymetrii [1–3]. A w tej pracy skupiono się na stanowiskach pomiarowych z dwoma przyrządami dozymetrycznymi, wykorzystującymi komory jonizacyjne i wzorce kalorymetryczne (kalorymetry: wodne i grafitowe). Należy zaznaczyć, że detektory oparte o przemiany termodynamiczne stosuje się do pomiarów absolutnej (bezwzględnej) wartości dawki pochłoniętej oraz dozymetrii promieniowania elektronowego i wiązek akceleratorowych.

Wyznaczanie dawki pochłoniętej w wodzie za pomocą jonometrycznego wzorca pierwotnego

Dawka pochłonięta w wodzie D_w jest zdefiniowana ilorazem [4]:

$$D_w = \frac{dE}{dm} \quad (1)$$

gdzie dE stanowi średnią energię przekazywaną przez promieniowanie jonizujące wodzie o masie dm . Jednostką dawki pochłoniętej jest Gy (grej), czyli J/kg (dżul na kilogram). Wygodniej jest przeprowadzać pomiar wielkości mocy dawki pochłoniętej w wodzie. Związane jest to z tym, że nie istnieje potrzeba wykorzystania dodatkowej komory jonizacyjnej (komory świadka) i powiązanego z nią systemu pomiaru ładunku elektrycznego. Moc dawki pochłoniętej w wodzie jest zdefiniowana jako iloraz przyrostu dawki pochłoniętej w wodzie dD_w do przedziału czasowego dt .

$$\dot{D}_w = \frac{dD_w}{dt} \quad (2)$$

Jednostką mocy dawki pochłoniętej jest Gy/s (grej na sekundę). Poprawną wartość mocy dawki pochłoniętej w wodzie, w przypadku jonometrycznych wzorców pierwotnych uzyskuje się przy użyciu prądowej komory jonizacyjnej, odczytując wartość zebranego ładunku elektrycznego Q (wielkość jonizacji proporcjonalna do energii) w czasie i podstawiając go do wzoru [5, 6]:

$$\dot{D}_w = \frac{Q}{t} \cdot \frac{1}{m} \cdot \left(\frac{W}{e}\right) \cdot s_{c,a} \cdot \left[\frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_w}{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_c}\right] \cdot \psi_{w,c} \cdot (1 + \varepsilon)_{w,c} \cdot \prod k_i \quad (3)$$

$\left(\frac{W}{e}\right)$ – iloraz oznaczający średnią energię zużytą przez elektron o ładunku e na wytworzenie pary jonów. Energia ta jest równa 33.97 J/C (dżula na Coulomb) [7];

$s_{c,a}$ – stosunek średnich masowych zdolności hamowania grafitu i powietrza;

$\left[\frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_w}{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_c}\right]$ – stosunek masowych współczynników pochłaniania energii promieniowania w powietrzu i graficie;

$\psi_{w,c}$ – stosunek fluencji energii w danym punkcie w przestrzeni w wodzie i graficie;

$(1 + \varepsilon)_{w,c}$ – wielkość dawki pochłoniętej w Kermie (czyli sumie początkowych energii kinetycznych

wszystkich cząstek naładowanych, uwolnionych przez nienaładowane cząstki promieniowania jonizującego na jednostkę masy);
 k_i – współczynniki poprawkowe używane do określenia mocy dawki pochłoniętej w wodzie za pomocą wzorca jonometrycznego, takie jak: k_{cav} (cavity), k_s (recombination losses), k_h (humidity), k_{ps} (perspex envelope of the chamber), k_{pf} (front face of the phantom), k_m (radial non-uniformity).

Wyznaczenie dawki pochłoniętej w wodzie za pomocą wzorca kalorymetrycznego (kalorymetru wodnego)

Poprawną wartość mocy dawki pochłoniętej w wodzie uzyskuje się przy użyciu metody kalorymetrycznej, posługując się wzorem [7–9]:

$$D_w = \Delta T \cdot c_p \cdot (1 - k_{hd})^{-1} \cdot \prod k_i \quad (4)$$

gdzie:

$$\Delta T = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right) \cdot |S^{-1}|$$

$\Delta R/R$ – zmierzona zmiana rezystancji za pomocą mostka Wheatstone’a,

S – suma czułości termistorów określona w oparciu o dane kalibracyjne,

c_p – ciepło właściwe wody w danej temperaturze pracy,

k_{hd} – poprawka zwana defektem cieplnym, określana jako:

$$k_{hd} = \frac{(E_a - E_h)}{E_a}$$

E_a – energia pochłoniętego promieniowania,

E_h – energia w postaci wydzielonego ciepła,

k_i – współczynniki poprawkowe, takie jak: k_{ci} (heat conduction effects), k_p (perturbation effect), k_r (lateral dose distribution), k_R (deviation of the measurement condition from the reference condition), k_T (temperature).

Warto wiedzieć, że komory jonizacyjne mogą być bezpośrednio wzorcowane w obrębie kalorymetru wodnego.

Wyniki prac

W rozdziale tym przedstawiono wyniki prac, jakie są prowadzone w Zakładzie Promieniowania i Drgań, w Laboratorium Promieniowania Jonizującego i Wzorców Barwy. Przedstawione zostały

głównie prace związane z wyznaczeniem dawki pochłoniętej w wodzie z wykorzystaniem jonometrycznego wzorca pierwotnego GUM oraz postępy przy budowie stanowiska do wyznaczania dawki pochłoniętej w wodzie z zastosowaniem kalorymetru wodnego.

Wyniki prac uzyskanych na stanowisku pomiarowym z jonometrycznym wzorcem pierwotnym GUM

Zdjęcie komory jonizacyjnej GUM (wzorec pierwotny) typu napatstkowego przedstawiono na rys. 1.



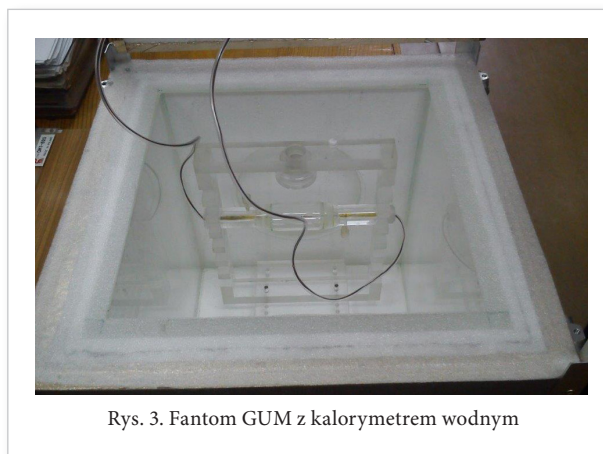
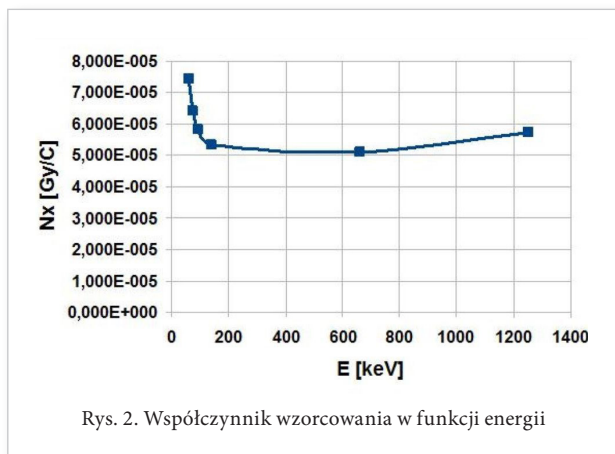
Rys. 1. Zdjęcie komory jonizacyjnej jako wzorca pierwotnego GUM do pomiaru dawki pochłoniętej w wodzie

Wyniki pomiarów prądów jonizacyjnych I , mocy kermy K oraz obliczonych współczynników wzorcowania N_x w funkcji energii promieniowania jonizującego E przedstawiono w tabeli 1. Na rys. 2 przedstawiona została charakterystyka energetyczna wzorca pierwotnego GUM.

W przyszłości zamierza się na tym stanowisku przekazywać jednostkę mocy dawki pochłoniętej

Tabela. 1. Zmierzone prądy jonizacyjne I , moc kermy \dot{K} oraz obliczone współczynniki wzorcowania N_x w funkcji energii promieniowania jonizującego E

E (keV)	\dot{K} (Gy/s)	I (pA)	N_x (Gy/C)
60	5,536E-004	7,451	7,430E-005
75	5,234E-004	8,145	6,426E-005
95	7,232E-004	12,400	5,832E-005
140	9,601E-004	17,966	5,344E-005
662	8,482E-005	1,658	5,115E-005
1250	1,863E-004	3,245	5,742E-005



w wodzie ze względną niepewnością rozszerzoną nie przekraczającą 0,6 % (przy $k = 2$).

Budowa kalorymetru wodnego

Stanowisko do pomiaru mocy dawki pochłoniętej w wodzie metodą kalorymetryczną w postaci kalorymetru wodnego jest w trakcie próbnych badań. Kalorymetr wodny powstał na bazie kalorymetru wodnego Domena [7]. Zdjęcie ilustrujące przenośny fantom GUM, który został zbudowany do ww. stanowiska, przedstawiono na rys. 3.

Na rys. 4 przedstawiono poglądowy schemat układu do pomiaru napięcia w fantomie GUM z kalorymetrem wodnym z zastosowaniem mostka Wheatstone'a.

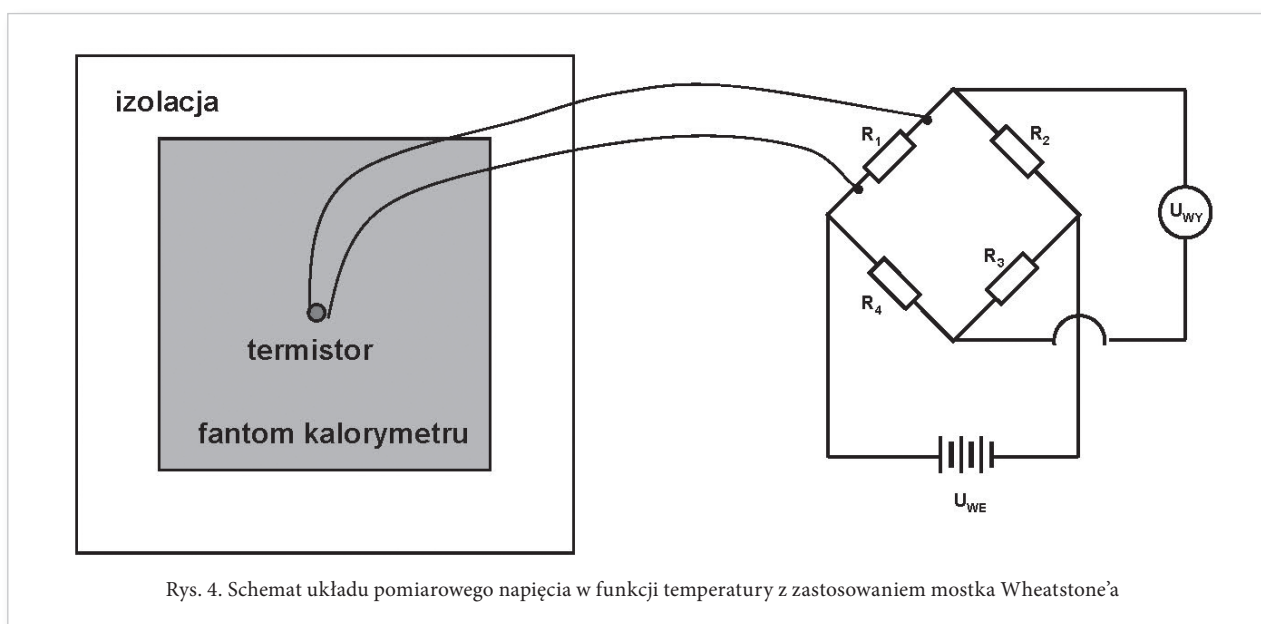
Na rys. 5 przedstawiono pierwsze wyniki prac związanych z zastosowaniem fantomu GUM z kalo-

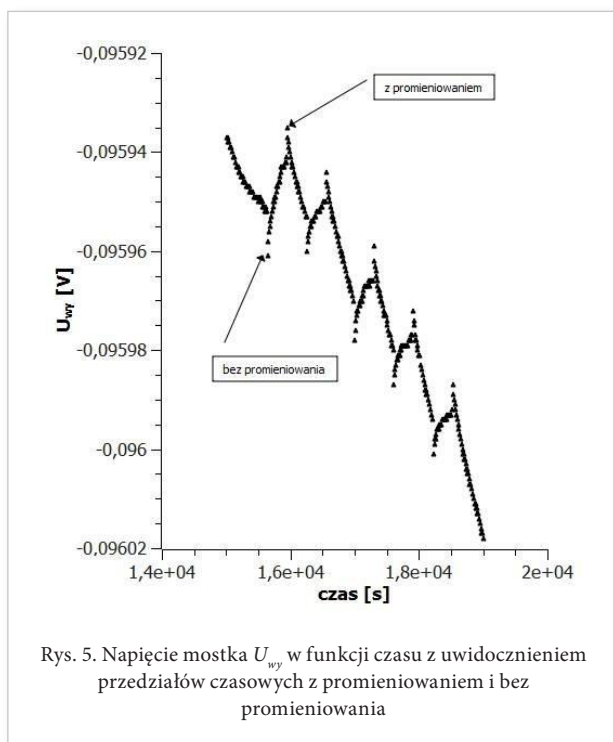
rymetrem wodnym. Wykres ilustruje napięcie mostka Wheatstone'a U_{wy} w funkcji czasu, w polu promieniowania i bez promieniowania.

Na podstawie wykresu (rys. 5) można w sposób bezpośredni (z pomiaru) zaobserwować prawidłowe działanie kalorymetru wodnego GUM. Świadczą o tym maksima występujące podczas pomiaru, gdy włączone jest promieniowanie. Natomiast minima przedstawiają sytuację z wyłączonym promieniowaniem.

Podsumowanie

W przyszłości, na stanowisku z jonometrycznym wzorcem pierwotnym GUM zamierza się przekazywać jednostkę mocy dawki pochłoniętej w wodzie ze względną niepewnością rozszerzoną nie przekracza-





jąca 0,6 % (przy $k = 2$). Natomiast w przypadku prac związanych z kalorymetrem wodnym GUM można stwierdzić, że otrzymane wstępne wyniki pomiarów są zadowalające i perspektywiczne. Posiadanie takiego wzorca pierwotnego pozwoli na znaczne rozszerzenie zakresu energii, dla których będzie możliwe wzorcowanie użytkowych dawkomierzy terapeutycznych (zakresy energetyczne akceleratorów medycznych), zmniejszy znacząco względne niepewności złożone procesu odtwarzania i wzorcowania

oraz umożliwi wyznaczanie wartości mocy dawki pochłoniętej w wodzie dla różnego rodzaju promieniowania jonizującego wykorzystywanego w radioterapii.

Literatura

- [1] Tsoufanidis N.: *Measurement and detection of radiation*, ed. 2 Taylor & Francis, USA, 1995.
- [2] Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L.: *Fizyka medyczna tom 9 w: Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000*, Akademicka oficyna wydawnicza Exit, 2002.
- [3] Podgorsak E. B.: *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005.
- [4] Hryniewicz A. Z., Rokita E.: *Fizyczne Metody Diagnostyki Medycznej i terapii*, PWN, 2000 s. 188.
- [5] Boutillon M., Perrochet A. M.: *Ionometric determination of absorbed dose to water for cobalt-60 gamma rays*, Phys. Med. Biol., 38, 1993, s. 439-454.
- [6] *Absorber Dose Determination in External Beam Radiotherapy*, IAEA TRS-398, 2001.
- [7] Domen S. R.: *A sealed water calorimeter for measuring absorbed dose*, J. Research of NIST, 99, 1994, s. 121-141.
- [8] Klassen N. V., Ross C. K.: *Water Calorimetry: the Heat Defect*, J. Research of NIST, 102, 1997, s. 63-74.
- [9] Krauss A.: *The PTB water calorimeter for the absolute determination of absorbed dose to water in ^{60}Co radiation*, Metrologia 43, 2006, s. 259-272.
- [10] Osborne N. S., Stimson H. F., Ginnings D. C.: *Values listed in the familiar Handbook of Chemistry and Physics*, Chemical Rubber Publishing Co.

Wzorcowanie tłokowych przyrządów do pomiaru objętości w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi

The calibration of the piston-operated volumetric apparatuses in Regional Office of Measures in Lodz

Marlena Pintera–Zalasa, Andrzej Kela (Okręgowy Urząd Miar w Łodzi)

W artykule przedstawiono rodzaje przyrządów tłokowych do pomiaru objętości, metodę ich wzorcowania stosowaną w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi, źródła niepewności wynikające ze stosowania tej metody oraz omówiono międzynarodowe porównania międzylaboratoryjne, w których uczestniczył Okręgowy Urząd Miar w Łodzi dotyczące jednokanałowych pipet tłokowych.

In the paper the different types of the piston-operated volumetric apparatuses have been presented, as well as their calibration method applied in the Regional Office of Measures in Lodz, including the uncertainty sources resulting from this method. International interlaboratory comparisons concerning the single-channel piston pipettes, in which the Regional Office of Measures in Lodz participated, have also been discussed.

Wstęp

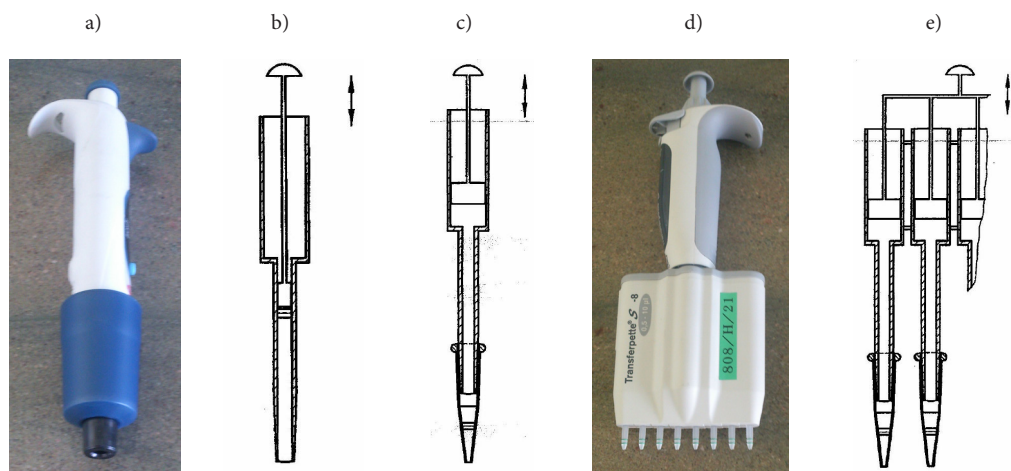
Tłokowe przyrządy do pomiaru objętości stosowane są w technice laboratoryjnej już od dawna. Pierwszy prototyp mikropipety został wykonany w 1957 r. przez Heinricha Schnitgera w Instytucie Chemii Fizjologicznej Uniwersytetu w Marburgu. Wynikało to z potrzeby pobrania do analizy dużej liczby próbek o pojemnościach mniejszych niż 1 ml, zastępując w tym czasie zwykłą procedurę korzystania z cienkiej pipety szklanej, w której ciecz były zasysane ustami. Na początku lat 60. współzałożyciel firmy Eppendorf, dr Heinrich Netheler, odziedziczył prawa do mikropipet i rozpoczął ich komercyjną produkcję oraz zainicjował globalne użytkowanie mikropipet w laboratoriach. W latach 70. XX wieku poprzez współpracę grupy osób, głównie Warrena Gilsona i Henry'ego Lardy, na Uniwersytecie Wisconsin–Madison zostały wynalezione regulowane mikropipety, lecz dopiero niespełna dziesięć lat temu zostały znormalizowane wymagania metrologiczne dotyczące tych przyrządów pomiarowych. 15 września 2002 r. ukazało się pierwsze wydanie sześcioczęściowej normy ISO 8655 [1–6]. W Polsce zainteresowanie tymi przyrządami było tak duże, że w rok później Polski Komitet Normalizacyjny, uchwałą z dnia 2 września 2003 r. uznał wszystkie sześć części wyżej wymienionej normy ISO za Polską Normę.

Początkowo producenci przyrządów tłokowych w swoich punktach serwisowych dokonywali sprawdzenia tych przyrządów na zgodność z wyżej wymienioną normą. W miarę, jak tłokowe przyrządy do pomiaru objętości zaczęły wypierać z użycia szklane przyrządy pomiarowe, powstały akredytowane laboratoria wzorcujące, specjalizujące się w ich wzorcowaniu. Pierwsze laboratorium otrzymało akredytację PCA w grudniu 2009 r.

Obecnie w Polsce działają cztery laboratoria wzorcujące, w tym trzy posiadające akredytację PCA. Jako pierwsza w polskiej administracji miar, akredytację PCA otrzymała Pracownia Pomiarów Objętości Wydziału Termodynamiki Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi, było to w marcu 2011 r. Obecnie pracownia wykonuje wzorcowanie przyrządów tłokowych w najszerszym zakresie w kraju.

Rodzaje przyrządów tłokowych do pomiaru objętości

Rozróżnia się następujące rodzaje tłokowych przyrządów do pomiaru objętości: jednokanałowe i wielokanałowe pipety tłokowe, biurety tłokowe, dozowniki oraz dilutory. Ze względu na brak zapotrzebowania ze strony klientów, w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi nie wykonuje się wzorcowania dilutorów.



Rys. 1. Pipety tłokowe: a) jednokanałowa pipeta tłokowa, b) schemat jednokanałowej pipety tłokowej typu A, c) schemat jednokanałowej pipety tłokowej typu D, d) wielokanałowa pipeta tłokowa, e) schemat wielokanałowej pipety tłokowej

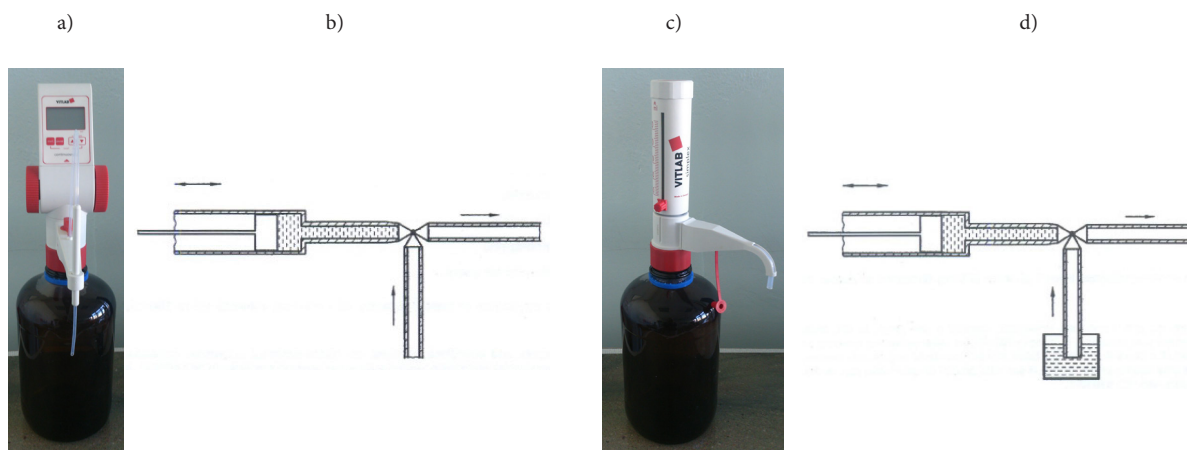
Jednokanałowe i wielokanałowe pipety tłokowe

Pipety tłokowe są stosowane do odbierania i odmierzania cieczy. Jednokanałowe pipety tłokowe posiadają tylko jeden zespół tłok – cylinder, natomiast każdy kanał wielokanałowej pipety tłokowej jest wyposażony w taki zespół. Wszystkie kanały pipety wielokanałowej mają wspólny mechanizm uruchamiający zasysanie i wydawanie (odmierzenie) cieczy tak, że jednakowa objętość cieczy może zostać odmierzona i dostarczona równocześnie do tylu zbiorników, ile kanałów ma pipeta. Pipety produkowane są o stałej lub zmiennej (regulowanej) objętości. Ze względu na konstrukcję zespołu tłok – cylinder rozróżniamy pipety typu A, z przestrzenią powietrzną

między powierzchnią tłoka a powierzchnią cieczy oraz typu D, bez takiej przestrzeni powietrznej.

Biurety tłokowe i dozowniki

Biurety tłokowe są stosowane do odmierzania cieczy podczas miareczkowania lub sporządzania roztworów o określonym stężeniu. Odmierzona objętość jest widoczna na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym (może być również rejestrowana przez program komputerowy). Napełnianie biurety może odbywać się ręcznie (np. przy użyciu pokrętła) lub mechanicznie (np. przy użyciu napędu elektrycznego, hydraulicznego lub pneumatycznego).

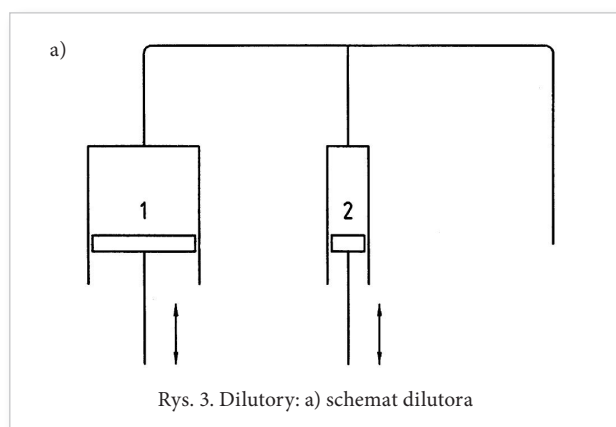


Rys. 2. Biurety tłokowe i dozowniki: a) biureta tłokowa, b) schemat biurety tłokowej, c) dozownik butelkowy, d) schemat dozownika butelkowego

Dozowniki stosowane są do stale powtarzającego się dozowania odmierzonej objętości cieczy. Ze względu na sposób pobierania cieczy, dozowniki mogą być bez zaworu (strzykawkowe) lub z zaworem (butelkowe), a ze względu na sposób dozowania – jednokrotnego dla każdego napełnienia dozownika lub wielokrotnego podczas każdego jego napełnienia. Napełnianie dozownika może być ręczne lub mechaniczne.

Dilutory

Dilutory są stosowane do sporządzania roztworów o ściśle określonym stężeniu. Dokładnie odmierzona objętość rozcieńczalnika zostaje zassana do cylindra nr 1, a dokładnie odmierzona objętość próbki rozcieńczanej cieczy do cylindra nr 2. Następnie objętość próbki rozcieńczanej cieczy wspólnie z objętością rozcieńczalnika zostaje wydalona do naczynia, w którym ma znajdować się przygotowywany roztwór.



Wzorcowanie przyrządów tłokowych do pomiaru objętości

Zakres pojemności nominalnych przyrządów tłokowych, wzorcowanych w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi, jest następujący:

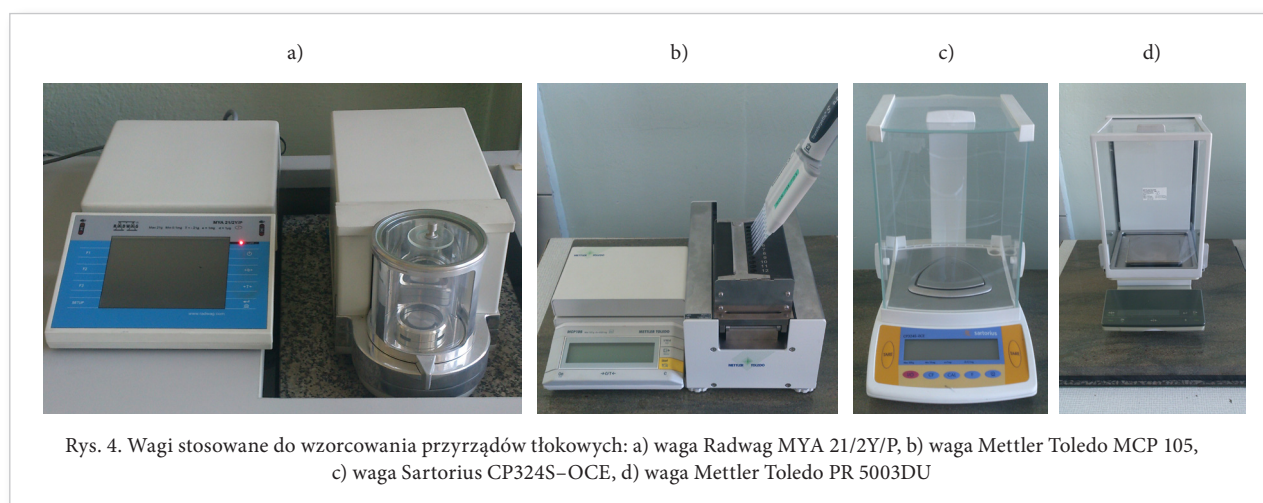
- pipety tłokowe jednokanałowe o stałej i regulowanej pojemności – w zakresie pojemności nominalnych od 1 μl do 10 000 μl ,
- pipety tłokowe wielokanałowe – w zakresie pojemności nominalnych od 10 μl do 1200 μl ,
- biurety tłokowe – w zakresie pojemności nominalnych od 1000 μl do 50 000 μl ,
- dozowniki – w zakresie pojemności nominalnych od 1000 μl do 50000 μl .

Wzorcowania wyżej wymienionych przyrządów tłokowych dokonuje się metodą grawimetryczną (wagową), przedstawioną w normie [6, 9].

Metoda grawimetryczna (wagowa)

Przed przystąpieniem do wzorcowania przyrządu tłokowego w określonym punkcie wzorcowania, w zależności od pojemności nominalnej tego punktu, należy dobrać odpowiedni wzorzec odniesienia, zgodnie z kryteriami określonymi w normie [6] oraz odpowiednie naczynko wagowe. Wzorcami odniesienia stosowanymi w Pracowni Pomiarów Objętości Wydziału Termodynamiki Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi są następujące elektroniczne wagi nieautomatyczne (rys. 4):

- Radwag MYA 21/2Y/P o numerze fabrycznym 353782/12, o zakresie pomiarowym od 0,1 mg do 21 g, z działką elementarną 0,001 mg, z wewnętrzną kalibracją, wyposażona w kurtynę



- parową – stosowana do pipet jednokanałowych w zakresie pojemności wzorcowanej od 1 µl do 1000 µl,
- Mettler Toledo MCP 105 o numerze fabrycznym 1128273669, o zakresie pomiarowym do 101 g, z działką elementarną 0,01 mg, z wewnętrzną kalibracją, wyposażona w kurtynę parową i karetkę do automatycznego dziesięciokrotnego pomiaru masy każdego z kanałów pipety – stosowana do pipet jednokanałowych w zakresie pojemności wzorcowanej od 10 µl do 10 000 µl i do pipet wielokanałowych w zakresie pojemności wzorcowanej od 10 µl do 1200 µl,
 - Sartorius CP324S–OCE o numerze fabrycznym 21802485, o zakresie pomiarowym od 10 mg do 320 g, z działką elementarną 0,1 mg i działką legalizacyjną 1 mg, z wewnętrzną kalibracją – stosowana w zakresie pojemności wzorcowanej powyżej 1000 µl do 15 000 µl,
 - Mettler Toledo PR 5003DU o numerze fabrycznym 1119203324, o pierwszym zakresie pomiarowym od 100 mg do 1010 g z działką elementarną 1 mg i działką legalizacyjną 10 mg, oraz drugim zakresie pomiarowym od 1010 g do 5100 g, z działką elementarną 10 mg i działką legalizacyjną 100 mg z wewnętrzną kalibracją – stosowana w zakresie pojemności wzorcowanej powyżej 15 000 µl do 50 000 µl. Do wzorcowania przyrządów tłokowych waga wykorzystywana jest w zakresie pomiarowym od 21 g do 1010 g.

Jako medium, podczas wzorcowania przyrządów tłokowych do pomiaru objętości stosuje się wodę destylowaną klasy czystości co najmniej 3, zgodnie z normą [6 i 8]. Wzorcowanie przyrządów tłokowych metodą wagową w określonym punkcie wzorcowania polega na zważeniu wody destylowanej, uprzednio zassanej do cylindra naczynia tłokowego i następnie wydawanej do naczynka wagowego. Dla każdego z punktów wzorcowania należy wykonać dziesięć pomiarów masy wody, monitorując w sposób ciągły warunki środowiskowe i temperaturę wody destylowanej. Następnie dla każdego z punktów wzorcowania

Tabela 1. Przykładowy budżet niepewności sporządzony dla wzorcowanej jednokanałowej pipety tłokowej

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności
ρ_b	8 g/cm ³	0,3 g/cm ³	prostokątny	0,0181 cm ³ µl/g	0,0054 µl
m	1,00228 g	0,0000024 g	prostokątny	1002,786 µl/g	0,0024 µl
t_w	20,107 °C	0,021 °C	prostokątny	-1,943 µl/°C	-0,041 µl
t_a	20,4 °C	0,073 °C	prostokątny	-0,00391 µl/°C	-0,00029 µl
p_a	974,9 hPa	0,39 hPa	prostokątny	0,00105 µl/hPa	0,00041 µl
h_a	59,65 %	0,53 %	prostokątny	-9,27·10 ⁻⁵ µl/%	-0,000049 µl
β	0,00045 °C ⁻¹	0,0000058 °C ⁻¹	prostokątny	-107,548 µl/°C	-0,00062 µl
$\delta V_{20\text{-ml}}$	0 g	0,00012 g	prostokątny	1002,79 µl/g	0,12 µl
$\delta V_{20\text{-mpw1}}$	0 g	0,00012 g	prostokątny	1002,79 µl/g	0,12 µl
$\delta V_{20\text{-mpw2}}$	0 g	0,00012 g	prostokątny	1002,79 µl/g	0,12 µl
$\delta V_{20\text{-evap}}$	0 g	0,000012 g	prostokątny	1002,786 µl/g	0,012 µl
$\delta V_{20\text{-td}}$	0 °C	1,15 °C	prostokątny	-0,45 µl/°C	-0,52 µl
δV_{20}	0 µl	0,23 µl	normalny	1	0,23 µl
V_{20}	1005,07 µl				0,61 µl

- ρ_b – umowna gęstość odważników,
 m – masa wody w naczynku wagowym,
 t_w – temperatura wody,
 t_a – temperatura powietrza,
 h_a – wilgotność względna powietrza,
 p_a – ciśnienie atmosferyczne,
 β – współczynnik rozszerzalności objętościowej zespołu tłok – cylinder wzorcowanego naczynia tłokowego,
 δV_{20} – poprawka wynikająca z rozrzutu wskazań oraz pozostałych, nieznanymi niepewności generowanych przez wzorcowane naczynie tłokowe,
 $\delta V_{20\text{-td}}$ – poprawka uwzględniająca wpływ temperatury ręki operatora,
 $\delta V_{20\text{-ml}}$ – poprawka uwzględniająca wpływ liniowości zastosowanej wagi,
 $\delta V_{20\text{-mpw1}}$ – poprawka uwzględniająca wpływ powtarzalności zastosowanej wagi podczas pomiaru masy pustego naczynka wagowego,
 $\delta V_{20\text{-mpw2}}$ – poprawka uwzględniająca wpływ powtarzalności zastosowanej wagi podczas pomiaru masy napełnionego naczynka wagowego,
 $\delta V_{20\text{-evap}}$ – poprawka uwzględniająca wpływ odparowania wody destylowanej z naczynka wagowego podczas pomiaru masy.

dokonuje się obliczenia wartości pojemności wzorcowanego przyrządu tłokowego.

Źródła niepewności występujące przy wzorcowaniu tłokowych przyrządów do pomiaru objętości

W analizie niepewności przy wzorcowaniu tłokowych przyrządów do pomiaru objętości uwzględniane są następujące składowe:

- niepewność pomiaru masy wody w naczynku wagowym wynikająca z rozdzielczości wagi,
- niepewność wynikająca z liniowości wagi,
- niepewność wynikająca z powtarzalności wagi,
- niepewność pomiaru masy wynikająca z odparowania wody z naczynka wagowego,
- niepewność pomiaru temperatury powietrza,
- niepewność pomiaru ciśnienia atmosferycznego,
- niepewność pomiaru wilgotności względnej powietrza,
- niepewność pomiaru temperatury wody,
- niepewność wyznaczenia współczynnika rozszerzalności objętościowej zespołu tłok – cylinder,
- niepewność wyznaczenia umownej gęstości odważników,
- niepewność wynikająca z wpływu temperatury ręki operatora,
- niepewność wynikająca z rozrzutu wskazań oraz pozostałych, nieznanymi niepewności generowanych przez wzorcowane naczynie tłokowe.

Przykładowy budżet niepewności sporządzony dla wzorcowanej jednokanałowej pipety tłokowej zaprezentowano w tabeli 1. Z przedstawionego budżetu wynika, że największy udział niepewności ma sam przyrząd tłokowy oraz temperatura ręki operatora. Niepewność standardowa poprawki δV_{20} obliczana jest jako odchylenie standardowe eksperymentalne średniej z 10 pomiarów V_{20} , natomiast przedział zmienności wartości poprawki $\delta V_{20\text{-td}}$ oszacowany został na ± 2 °C.

Międzynarodowe porównania międzylaboratoryjne

We wrześniu 2013 r. VSL Dutch Metrology Institute zorganizował i rozpoczął międzynarodowe porównania międzylaboratoryjne w zakresie wzorcowania jednokanałowych pipet tłokowych, do udziału w których zaproszony został Okręgowy Urząd Miar w Łodzi. Uczestnikami tych porównań były laboratoria krajów uczestniczących wymienionych w tabeli 2.

Tabela 2. Laboratoria wzorcuje uczestniczące w międzynarodowych porównaniach międzylaboratoryjnych w zakresie wzorcowania jednokanałowych pipet tłokowych

Kraj	Liczba laboratoriów
Belgia	1
Dania	2
Francja	2
Niemcy	2
Izrael	1
Polska	1
Holandia	2
Wielka Brytania	1

Przedmiotem porównań były następujące jednokanałowe pipety tłokowe:

- firmy Gilson o numerze fabrycznym U72716M i zakresie pomiarowym $(0,2 \div 2)$ μl , wzorcowana w punktach: 0,5 μl , 1 μl , 2 μl ,
- firmy Gilson o numerze fabrycznym S628001 i zakresie pomiarowym $(1 \div 10)$ μl , wzorcowana w punktach: 1 μl , 5 μl , 10 μl ,
- firmy Gilson o numerze fabrycznym W55813B i zakresie pomiarowym $(1000 \div 10\ 000)$ μl , wzorcowana w punktach: 1000 μl , 5000 μl , 10 000 μl ,
- firmy Gilson o numerze fabrycznym W53771B i zakresie pomiarowym $(1000 \div 5000)$ μl , wzorcowana w punktach: 500 μl , 2500 μl , 5000 μl .

Organizator określił kryteria porównań, odpowiadające normie [10], zgodnie z którą, jako statystyczny parametr oceny danych ilościowych uzyskanych w trakcie porównań, zastosowano wskaźnik obliczany według następującego wzoru:

$$z = \frac{x - X_{\text{ICCV}}}{s_{\text{R}}} \quad (1)$$

gdzie:

- x – wynik uzyskany przez uczestnika porównań,
- X_{ICCV} – wartość przypisana,
- s_{R} – estymata odchylenia standardowego.

Dla powyższego wskaźnika, uzyskanego przez laboratorium uczestniczące w porównaniach, przyjęto następujące kryteria:

- $|z| \leq 2$ – wskazuje rezultat działania „zadawalający” i nie wywołuje żadnego sygnału,

Tabela 3. Wyniki końcowe porównań obliczone dla Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi [13]

Wzorcowany przyrząd	Punkty wzorcowania (μl)	Wartość przypisana X_{ICCV} (μl)	Wartość pojemności uzyskana przez OUM Łódź x (μl)	Wartość s_x (μl)	Wskaźnik z
pipeta nr fabr. U72716M zakres $(0,2 \div 2)$ μl	0,5	0,5008	0,4960	0,0185	-0,26
	1	1,0076	1,0130	0,0145	0,37
	2	2,0052	2,0130	0,0180	0,43
pipeta nr fabr. S62800L zakres $(1 \div 10)$ μl	1	1,0532	1,0300	0,0295	-0,79
	5	5,0687	5,0550	0,0190	-0,72
	10	10,0689	10,0410	0,0195	-1,43
pipeta nr fabr. W55813B zakres $(1000 \div 10\ 000)$ μl	1000	989,85	985,90	6,85	-0,53
	5000	4973,81	4948,40	13,78	-1,84
	10000	9990,72	9936,00	18,37	-2,98
pipeta nr fabr. W53771B zakres $(1000 \div 5000)$ μl	500	-	508,21	-	-
	2500	2497,29	2496,20	6,15	-0,18
	5000	4983,75	4975,10	13,30	-0,65

- $2 < |z| \leq 3$ – wskazuje rezultat działania „wątpliwy” i wywołuje sygnał ostrzegawczy,
- $|z| > 3$ – wskazuje rezultat działania „niezadowolający” i wywołuje sygnał działania.

W porównaniach nie brało udziału laboratorium odniesienia. Wyniki końcowe porównań zostały obliczone przez organizatora porównań metodami statystycznymi, na podstawie przekazanych przez laboratoria uczestniczące w porównaniach uzyskanych wyników wzorcowań i świadectw wzorcowań.

Przed rozpoczęciem wzorcowania pipet w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi, podczas ich oględzin zewnętrznych sprawdzono między innymi działanie tłoka. Stwierdzono, iż pipety mają bardzo mocno skręcone sprężyny, przez co są bardzo sztywne i należy wkładać dużą siłę nacisku na tłok, aby pobrać i wypuścić wodę (szczególnie pipeta o pojemności nominalnej 10 000 μl).

Wyniki końcowe porównań obliczone dla Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi przedstawiono w tabeli 3.

Podsumowanie

Do porównań organizator wybrał wskaźnik z , opisany zależnością (1) dlatego, że jeżeli inne wskaźniki przekazane przez uczestników porównań uwzględniają oszacowanie niepewności pomiaru (np. liczba E_n lub wskaźnik zeta [10]), to będą one

miały znaczenie tylko wówczas, gdy wszyscy uczestnicy oszacują niepewność w taki sam sposób, zgodny z zasadami podanymi w Przewodniku wyrażania niepewności pomiaru [11].

Liczba E_n jest parametrem oceny, w tym przypadku zdecydowanie mniej precyzyjnym w porównaniu do wskaźnika z , z powodu uwzględnienia wartości niepewności. Z tego względu do wyników akceptowanych zakwalifikowane mogłyby zostać wartości odbiegające dość znacznie, a mieszczące się w akceptowanym przedziale wyłącznie za sprawą dużej wartości przyjętej niepewności. Podobnie w sytuacji odwrotnej, kiedy wynik bardziej zbliżony do określonego przedziału, lecz z mniejszą oszacowaną niepewnością, zostaje odrzucony na rzecz wyniku bardziej oddalonego, choć z większą oszacowaną niepewnością.

W przeprowadzonej ocenie wyników porównań, z zastosowaniem wyżej wymienionego kryterium, Okręgowy Urząd Miar w Łodzi uzyskał zadowolający wynik porównań, jedynie dla pipety o numerze fabrycznym W55813B. W punkcie 10 000 μl uzyskano wynik wątpliwy, dający sygnał ostrzegawczy. W przypadku wykorzystywania wskaźnika z przy uznaniu uzyskanych rezultatów porównań jako zadowolające, dopuszcza się 20 % wyników w grupie „wątpliwych”, co daje 9,1 % z wszystkich uzyskanych wyników (jedenastu) i pozwala uznać porównania za pozytywne [14]. Jednakże w związku z wynikiem „wątpliwym”, Laboratorium zobowiązane jest do podjęcia działań zapobiegawczych, polegających na wykonaniu przez wszystkich pracowników Pracowni Pomiarów Obję-

tości Wydziału Termodynamiki Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi badań biegłości oraz porównań wewnętrzzlaboratoryjnych dla pipety 10 000 μl , zaplanowanych na 2015 r.

W związku z tym, iż pipeta o nominalnie 10 000 μl miała bardzo mocno skręconą sprężynę, mogło to spowodować różnice w zaciąganiu wody podczas wykonywania pomiarów, na co wskazuje duża wartość estymaty odchylenia standardowego s_R dla tej pipety wynosząca 18,37 μl (tabela 3). Pipety tłokowe jednokanałowe o nominalnie 10 000 μl charakteryzują się dużą zmiennością wskazań ze względu na swoją konstrukcję i dużą pojemność. Mocno skręcona sprężyna, która zmienia swoją sztywność w przedziale czasu oraz różna siła nacisku ręki operatora, mogą powodować duże zmiany w objętości pobieranej wody.

W przeprowadzonych porównaniach nie uzyskano wyniku dla pipety o numerze fabrycznym W53771B wzorcowanej w punkcie 500 μl , ponieważ część laboratoriów wykonała wzorcowanie w punkcie 1000 μl , co było niezgodne z planem porównań, jednakże zgodne z zakresem użytkowym dla niniejszej pipety. W związku z tym organizator porównań nie mógł wykonać obliczeń dla punktu 500 μl .

Literatura

- [1] Polska Norma PN-EN ISO 8655-1:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 1: Terminologia, ogólne wymagania i zalecenia użytkowania.*
- [2] Polska Norma PN-EN ISO 8655-2:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 2: Pipety tłokowe.*
- [3] Polska Norma PN-EN ISO 8655-3:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 3: Biurety tłokowe.*
- [4] Polska Norma PN-EN ISO 8655-4:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 4: Dilutory.*
- [5] Polska Norma PN-EN ISO 8655-5:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 5: Dozowniki.*
- [6] Polska Norma PN-EN ISO 8655-6:2003. *Tłokowe naczynia do pomiaru objętości – Część 6: Grawimetryczne metody określania błędu pomiaru.*
- [7] Technical Report ISO/TR 20461:2000 *Determination of uncertainty for volume measurements made using the gravimetric method.*
- [8] Polska Norma PN-EN ISO 3696:1999/Ap1:2004. *Woda stosowana w laboratoriach analitycznych. Wymagania i metody badań.*
- [9] Polska Norma PN-EN ISO 4787 *Szklany sprzęt laboratoryjny-Przyrządy do pomiaru objętości-Metody badań pojemności i zastosowanie.*
- [10] PN-EN ISO/IEC 17043:2011. *Ocena zgodności. Ogólne wymagania dotyczące badania biegłości.*
- [11] *Wyrażanie niepewności pomiaru.* Przewodnik. Główny Urząd Miar, 1999.
- [12] Guide for volume determination within the scope of reference measurement procedures in medical reference measurement laboratories. Part 1: Calibration liquid water, PTB-Mitteilungen 112 (2002) No. 2, 139-149.
- [13] Interlaboratory Comparison ILC-Pipettes, ILC-078, VSL B.V. Dutch Metrology Institute, Delft, 20-05-2014.
- [14] *Ocena i kontrola jakości wyników analitycznych,* Centrum Doskonałości Analityki i Monitoringu Środowiska, Gdańsk 2004.

Główny Urząd Miar – uznana Krajowa Instytucja Metrologiczna (NMI)

Central Office of Measures – GUM (Poland) – recognised National Metrology Institute (NMI)

Karol Markiewicz (redaktor naczelny)

Zbigniew Ramotowski (dyrektor Zakładu Długości i Kąta, GUM)

Artykuł przedstawia kompetencje pomiarowe Głównego Urzędu Miar, jako uznanej Krajowej Instytucji Metrologicznej (NMI), koncentrując się na aktywności GUM w obszarze metrologii naukowej.

Recognised measurement capabilities of GUM – National Metrology Institute of Poland – are presented in the article. The text focuses on the fundamental metrology only.

Główny Urząd Miar mierzy dla wszystkich już od blisko 100 lat. To, co robimy i to, co chcemy osiągnąć, wyrażają najkrócej misja i wizja Głównego Urzędu Miar, terenowej administracji miar i administracji probierczej:

Wizja

Polska administracja miar i administracja probiercza to nowoczesna organizacja, wspierająca innowacyjną i konkurencyjną gospodarkę, zgodnie z potrzebami społecznymi.

Misja

Administracja miar i administracja probiercza zapewniają jednolitość miar i wymaganą dokładność pomiarów i badań, poprzez rozwój wzorców i metod pomiarowych, zgodnie z potrzebami polskiej gospodarki i społeczeństwa.

Interesujące jest, w jaki sposób można upewnić się, że GUM jest zdolny do pełnienia roli Krajowej Instytucji Metrologicznej (NMI). Poniżej przedstawiono działania, które służą rozwojowi i potwierdzeniu kompetencji GUM.

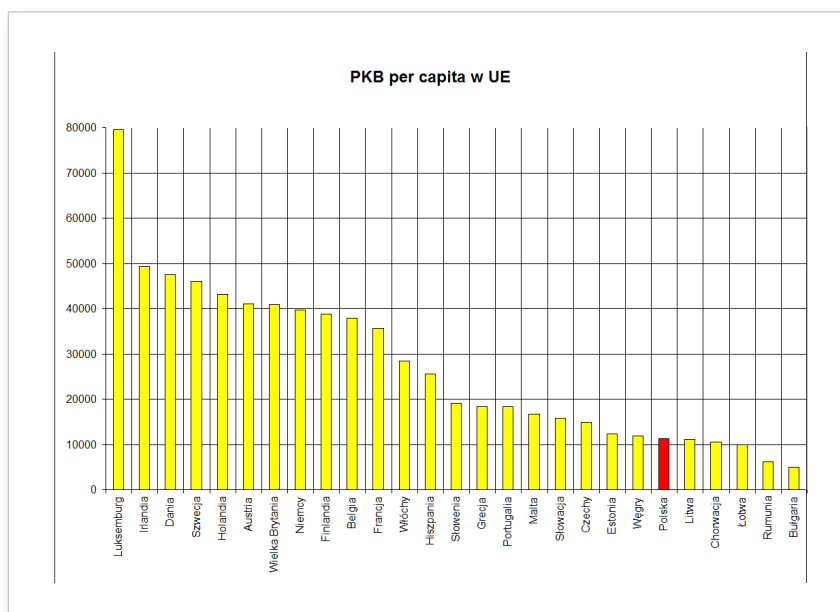
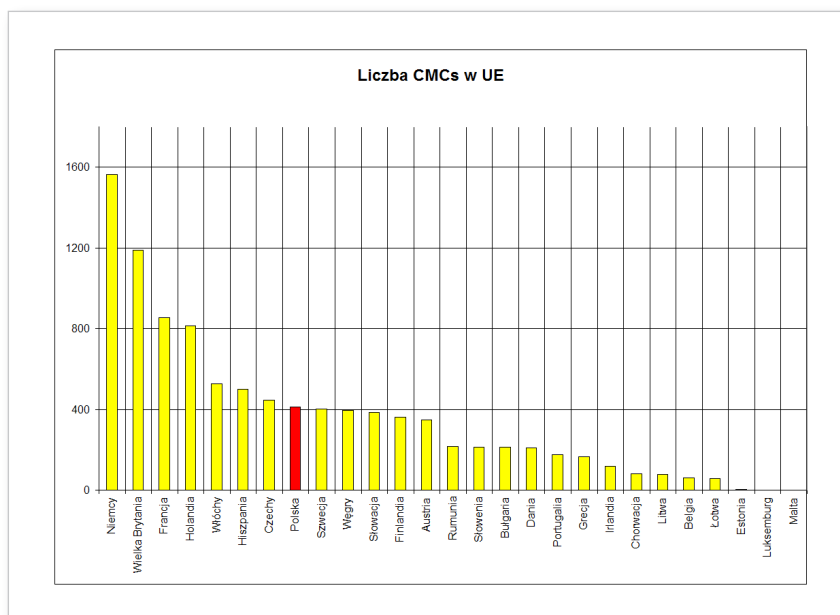
Uznane kompetencje GUM

Międzynarodowa społeczność metrologów od wielu już dziesięcioleci pracuje nad zapewnieniem wzajemnie uznawanego i jednolitego systemu miar. Jednym z kamieni milowych dla procesu integracji krajowych systemów miar było zawarte w 1999 r. porozumienie o „Wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzor-

cowania i świadectw pomiarów wydawanych przez Krajowe Instytucje Metrologiczne”, znane pod akronimem CIPM MRA. Porozumienie to zostało przygotowane przez Międzynarodowy Komitet Miar (CIPM), czyli organ powołany Konwencją Metryczną z 1875 r. Celem porozumienia jest stworzenie fundamentów technicznych dla porozumień międzynarodowych, związanych między innymi z wymianą handlową, poprzez wprowadzenie systemu uznawania wzorców oraz świadectw wzorcowania i pomiarów krajów sygnatariuszy. **Warunkiem uczestnictwa** w porozumieniu jest udział krajowych NMIs w zdefiniowanych wcześniej porównaniach międzynarodowych (kluczowych – organizowanych przez Komitety Doradcze CIPM, tzw. CIPM CC key comparisons oraz kluczowych i uzupełniających organizowanych przez Regionalne Organizacje Metrologiczne – tzw. RMO key/supplementary comparisons), mających na celu ustalenie stopnia równoważności wzorcowań i pomiarów wykonywanych w tych NMIs w odniesieniu do różnych przyrządów i technik pomiarowych. **Drugim warunkiem** jest utrzymywanie opartego o odpowiednie normy systemu zarządzania jakością laboratoriów. Spełnienie drugiego wymogu jest sprawdzane przez wzajemne przeglądy ekspertów technicznych z różnych NMIs, odbywające się na drodze audytów przeprowadzanych podczas wizytacji laboratoriów – tzw. peer-reviews, a następnie przez ocenę wyników tych audytów dokonywaną przez Komitety Techniczne ds. Jakości odpowiednich Regionalnych Organizacji Metrologicznych. Oba wymagania służą w efekcie końco-

wym międzynarodowemu uznaniu i potwierdzeniu kompetencji laboratoriów NMI. W wyniku wieloszczeblowych, międzynarodowych przeglądów spełnienia obu tych elementów Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM), którego siedziba mieści się w Sèvres pod Paryżem, publikuje zarówno wyniki wszystkich porównań międzynarodowych, jak i bazę danych wzajemnie uznanych zdolności pomiarowych NMIs, sygnatariuszy CIPM MRA (www.bipm.org/kcdb). Do bazy tej wprowadzane są zapisy charakteryzujące możliwości pomiarowe poszczególnych NMIs, tzw. CMC (ang. *Calibration and Measurement Capabilities*), takie jak: nazwa dziedziny i obiektu pomiaru, wielkość mierzona, metoda i zakres pomiarowy, niepewność pomiaru itp. Każda krajowa instytucja metrologiczna, w tym i GUM, poprzez uczestnictwo w ww. porozumieniu, zapewnia interesariuszy, że przekazywane przez nią na drodze wzorcowań i pomiarów jednostki miar są rzetelne i uznane na arenie międzynarodowej. Jednym z zadań GUM, jak każdego NMI, jest utrzymywanie krajowych źródeł spójności pomiarowej, w szczególności państwowych wzorców jednostek miar. Poprzez łańcuch kolejnych wzorcowań, od państwowych wzorców jednostek miar (wzorców najwyższego rzędu) do wzorców niższego rzędu, jednostka miary jest przekazywana aż do użytkownika końcowego, np. w przypadku kilograma – do wagi sklepowej.

Analiza wpisów znajdujących się w bazie KCDB wskazuje na wysoką pozycję GUM wśród państw Unii Europejskiej, pomimo że pod względem zamożności (mierzonej wskaźnikiem PKB per capita) jesteśmy, jako kraj, na znacznie dalszej pozycji. Powyższe diagramy pokazują państwa członkowskie UE



i liczby posiadanych przez nie wpisów CMC (dane z października 2015 r.) oraz PKB na głowę mieszkańca (dane wg stanu na koniec 2014 r.).

Udział GUM w międzynarodowych projektach badawczych

W latach 2010–2015 pracownicy GUM wzięli udział w bezpośredniej realizacji 7 wspólnych projektów badawczych JRP (Joint Research Project), a w pośredniej w 2 – poprzez udział w 4 grantach naukowych. Ponadto metrologi GUM uczestniczą w 4 projektach EMPIR. Projekty te dotyczyły zastosowań metrologii w obszarach: Środowisko, Przemysł,

Uczestnictwo GUM w europejskich programach badawczych w metrologii (EMRP i EMPIR):

Program	Uczestnicy	Nr projektu	Tytuł projektu/JRP
2010			
EMRP	GUM, INTiBS, Uniwersytet Wrocławski	ENV 07	Metrology for Pressure, Temperature, Humidity and Airspeed in the Atmosphere / Metrologia ciśnienia, temperatury, wilgotności i prędkości ruchów powietrza w atmosferze
	GUM	IND 02	Electromagnetic characterization of materials for industrial applications up to microwave frequencies / Elektromagnetyczna charakterystyka materiałów dla zastosowań przemysłowych do częstotliwości mikrofalowych
2011			
EMRP	GUM INTiBS	ES/RMG SIB 10	Novel Techniques for Traceable Temperature Dissemination / Nowe techniki spójnego pomiarowo rozpowszechniania temperatury
	GUM	ESRMG NEW 04	Traceability for computationally-intensive metrology / Spójność pomiarowa w metrologii wspomaganą komputerowo
2012			
EMRP	GUM	SIB 58	Angle metrology / Metrologia Kąta
	GUM	SIB 63	Force traceability within the meganewton range / Spójność w pomiarach siły w zakresie meganiutonów
	GUM	SIB 53	Automated impedance / Zautomatyzowana impedancja
	GUM	IND 53	Large volume metrology in industry / Metrologia dużych wymiarów w przemyśle
2013			
EMRP	GUM	ENG 51	Metrology for III-V materials based high efficiency multi-junction solar cells / Metrologia wysokoelektrywnych ogniw słonecznych oparta na materiałach III-V generacji
2014–2015			
EMPIR	GUM	14RPT01	Towards the propagation of ac quantum voltage standards / Upowszechnianie kwantowych wzorców napięcia elektrycznego
	GUM	14RPT02	Traceable calibration of automatic weighing instruments operating in the dynamic mode / Spójne pomiarowo wzorcowanie wag automatycznych w trybie dynamicznym
	GUM	14RPT03	Matrix reference materials for environmental analysis / Matrycowe materiały odniesienia dla analizy środowiska
	GUM	14RPT04	Absorbed dose in water and air / Dawka pochłonięta w wodzie i powietrzu

Jednostki SI, Nowe Technologie oraz Energia. W praktyczną realizację wspólnych projektów badawczych lub grantów zaangażowanych jest łącznie 26 pracowników naukowych GUM.

Uczestnictwo GUM we wspólnych projektach badawczych i grantach, uwzględniając podział na kolejne lata trwania programu, jak również podział na obszary tematyczne, przedstawiono w powyższej tabeli.

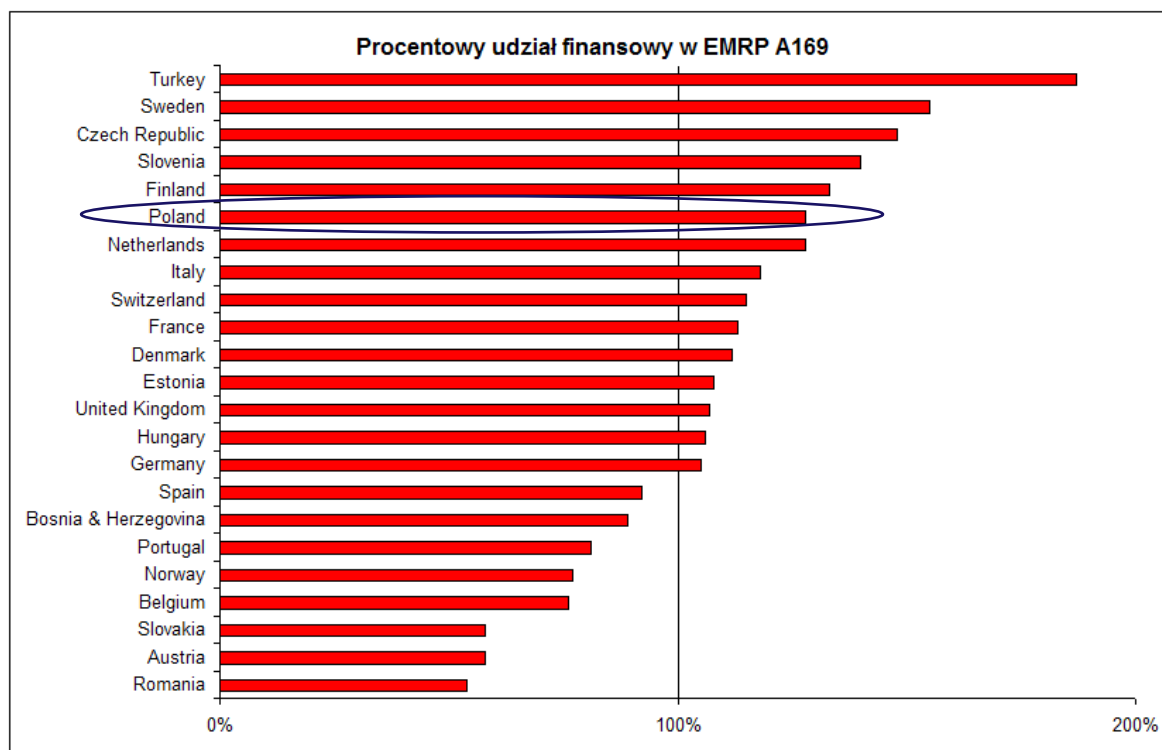
W wyniku dofinansowania programu EMRP przez Komisję Europejską GUM uzyskał środki w wysokości 305 tysięcy €, a DI (Instytuty Desygnowane) 228 tysięcy €, co daje łącznie kwotę 533

tysięcy € i stanowi około 127 % wniesionego wkładu finansowego. Wykorzystanie środków finansowych przez kraje uczestniczące w programie EMRP przedstawiono na opartym o dane Sekretariatu EMRP wykresie na str. 37. Pokazuje on, że Polska pod względem efektywności wykorzystania środków zaangażowanych w realizację programu zajmuje na równi z Holandią szóste miejsce (na 23 kraje uczestniczące), niewiele ustępując Finlandii i Słowenii.

Nasze wzorce

Metrologicy w 20 laboratoriach GUM zajmują się od wielu lat budową, utrzymywaniem oraz rozwojem

Stopień wykorzystania środków finansowych przez uczestników programu EMRP



wzorców jednostek miar, w tym państwowych wzorców jednostek miar. Zapewniają one odniesienie dla wzorców roboczych niższego rzędu (w laboratoriach wzorcujących, badawczych np. w przemyśle) w wielu działach gospodarki, w tym w przemyśle, handlu, a także ochronie zdrowia, środowiska, bezpieczeństwa i porządku publicznego.

Obecnie w GUM utrzymywanych jest **20** państwowych wzorców jednostek miar (w tym wzorce kilograma, metra i sekundy) oraz **39** innych wzorców odniesienia o najwyższej dokładności odtwarzania jednostki miary, np. wzorce twardości, dawki pochłoniętej w wodzie, czy rezystancji.

Dzięki systematycznie dokonywanym porównaniom międzynarodowym, wzorce GUM są uznawane na arenie międzynarodowej, a przekazywane dzięki nim jednostki miar są zgodne z międzynarodowym systemem miar.

Podsumowanie

Przedstawione informacje stanowią jedynie niewielki, chociaż niezwykle istotny, wycinek prac Głównego Urzędu Miar, realizowanych w ramach wypełniania obowiązków spoczywającym na

Krajowej Instytucji Metrologicznej. Nie wspomniano między innymi o takich, przewidzianych w dokumentach międzynarodowych, formach działalności, jak realizacja zadań z zakresu metrologii prawnej i oceny zgodności, badania kas rejestrujących lub wydawania różnego rodzaju upoważnień i zezwoleń. W celu zapoznania się z nimi zachęcamy do odwiedzenia strony internetowej naszego urzędu – www.gum.gov.pl.

Literatura

- [1] *Polska administracja miar – Vademecum*, Praca zbiorowa, GUM Warszawa, 2015.
- [2] EURAMET and the Operation of NMIs Version 2.0 2015-01-22 <http://www.euramet.org/publications-media-centre/documents-and-publications/>.
- [3] International Document OIML D1 Consideration for a Law on Metrology.
- [4] Edition 2012 (E) http://www.oiml.org/en/publications/documents/publication_view?p_type=2&p_status=1

Strategiczne kierunki działań BIPM na lata 2016–2019

BIPM strategic activities for the period of 2016–2019

Mariusz Pindel (redaktor Działu Współpraca)

W artykule przedstawiono planowane kluczowe działania Międzynarodowego Biura Miar (BIPM) w latach 2016–2019. BIPM działa w ramach Konwencji Metrycznej (1875), a jego misją jest zapewnianie i upowszechnianie porównywalności pomiarów na świecie, w tym funkcjonowania spójnego międzynarodowego układu jednostek miar.

In the article were presented the key activities of the BIPM for the period of 2016–2019. The BIPM acts in the framework of the Metre Convention (1875) and its mission is to ensure and promote the global comparability of measurements, including providing a traceable international system of units.

Podpisana w Paryżu 20 maja 1875 r. Konwencja Metryczna jest najważniejszym dokumentem regulującym współpracę między państwami w zakresie jednolitości, spójności i wiarygodności pomiarów, badań naukowych w dziedzinie metrologii oraz wzorców jednostek miar. Jako organ wykonawczy Konwencji utworzone zostało stałe, działające na zasadach naukowych, Międzynarodowe Biuro Miar BIPM (*International Bureau of Weights and Measures*). Jest ono bezpośrednim realizatorem wytycznych, decyzji i uchwał Generalnej Konferencji Miar (CGPM – *General Conference on Weights and Measures*) i Międzynarodowego Komitetu Miar (CIPM – *International Committee for Weights and Measures*) oraz strategii działania, powstających w poszczególnych Komitetach Doradczych CIPM (*Consultative Committees*). BIPM, obok sprawowania funkcji wykonawczych, odgrywa także rolę światowego centrum badań metrologicznych oraz jest miejscem utrzymywania wzorców miar Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI). To właśnie w BIPM prowadzone i koordynowane są prace nad jednym z najbardziej ambitnych projektów, redefinicją wybranych jednostek układu SI: kilograma, ampera, kelwina i mola. Głównym założeniem redefinicji jest realizacja jednostek SI, w oparciu o stałe fizyczne: kilograma, ampera, kelwina i mola.

Główne kierunki działań na najbliższe lata zostały sformułowane w Szczegółowym Planie Strategicznym Międzynarodowego Biura Miar na lata 2016–2019, który zaprezentowano oficjalnie po raz pierwszy podczas 25. posiedzenia Generalnej Konferencji Miar w listopadzie 2014 r. U progu pierwszego roku obowiązywania nowego dokumentu strategicznego BIPM chcielibyśmy przybliżyć Państwu jego główne punkty, w których uwzględniono nowe wyzwania i dokumenty planistyczne BIPM oraz Komitetów Doradczych CIPM. Najważniejszymi kryte-

riami dla opracowania celów strategicznych były: zwiększenie transparentności działań, redukcja kosztów działalności oraz bardziej efektywne wykorzystanie posiadanych zasobów. Podstawowe działania po 25. CGPM ukierunkowano na modernizację posiadanej bazy oraz doskonalenie wdrażania Konwencji Metrycznej. Wiele z tych działań zostało zainicjowanych w wyniku przyjęcia rekomendacji zawartych w dokumencie podsumowującym „Rola, Misja, Cele, Długoterminowa Stabilizacja Finansowa, Kierunki Strategiczne i Zarządzanie BIPM”.

Główne kierunki działań

Nowe opracowanie kierunków działań BIPM po raz pierwszy połączyło strategię krótkoterminowe, średnio-terminowe i długofalowe. Dzięki skonsolidowanej procedurze w planowaniu strategicznym położono większy akcent na wyniki prac Komitetów Doradczych. Jednym z podstawowych zadań przewidzianych w ramach planu pracy BIPM na lata 2016–2019 jest tworzenie i utrzymanie wzorców odniesienia, stanowiących podstawę dla optymalizacji międzynarodowych porównań kluczowych na najwyższym poziomie. W ramach tych prac Komitety Doradcze CIPM będą odpowiedzialne za koordynację międzynarodowych porównań krajowych wzorców pomiarowych.

Równie dużą wagę BIPM przykładać będzie do koordynacji działań pomiędzy Krajowymi Instytucjami Metrologicznymi (NMIs) państw członkowskich oraz do współpracy w ramach CIPM MRA, czyli Porozumienia o Wzajemnym Uznawaniu Państwowych Wzorców Jednostek Miar oraz Świadczeń Wzorcowania. W ciągu 15 lat obowiązywania stało się ono fundamentem międzynarodowej uznawalności krajowych wzorców jednostek miar, świadectw pomiarowych oraz świadectw wzorc-

wania. W ramach planowanych na lata 2016–2019 działań w zakresie współpracy BIPM będzie kładło większy nacisk na komunikację z organizacjami międzyrządowymi oraz innymi ciałami międzynarodowymi, np. OIML, ILAC i ISO. Przewiduje się intensyfikację spotkań naukowych oraz działań popularyzujących metrologię. Dużo miejsca poświęcono zapewnieniu sprawnego działania krajowych wzorców pomiarowych poszczególnych NMI.

Propozycja opracowanego przez CIPM programu prac BIPM na lata 2016–2019 zawiera także kilka nowości. Należy do nich m.in. formułowanie projektów dotyczących metrologii promieniowania jonizującego, a także połączenie projektów z obszaru metrologii wielkości fizycznych z projektami dotyczącymi masy i elektryczności. Pomysłodawcy liczą na bardziej efektywne wykorzystanie personelu naukowego i szybszą finalizację projektu wagi watomowej (*Watt balance*). Z kolei tradycyjnie prowadzone w BIPM prace laboratoryjne mają koncentrować się na koordynacji porównań międzynarodowych oraz wybranych rodzajów wzorcowań. Głównymi uczestnikami będą laboratoria BIPM: masy, elektryczności, czasu, promieniowania jonizującego oraz chemii. Biuro opracowało długofalową strategię międzynarodowych powiązań roboczych. Pierwszym przykładem jej realizacji jest już istniejąca współpraca ze Światową Organizacją Meteorologiczną.

Przyszłe prace naukowo-techniczne w BIPM mają się koncentrować na rozwijaniu i ewolucji układu jednostek SI. Istotnym ich elementem będzie utrzymanie międzynarodowych wzorców odniesienia. BIPM ponosi szczególną odpowiedzialność za utrzymanie prototypu kilograma oraz przeprowadzenie porównań niezbędnych do zapewnienia spójności pomiarowej na świecie. Dużą rolę w pracach naukowo-badawczych będzie odgrywało utrzymanie i rozwijanie międzynarodowej skali czasu TAI (*Temps Atomique International*). Szeroko wspierane będą międzynarodowe programy porównań w tym zakresie. Wielką wagę przywiązuje się także do rozwoju i doskonalenia wzorców pomiarowych, w tym wzorców nowej generacji. Zamierzeniem BIPM jest ogólny rozwój światowego potencjału wzorcowań i pomiarów. **Rozwijanie wzorców pomiarowych wyższego rzędu i metod pomiarowych ma przyczynić się do wspierania kluczowych sektorów gospodarki.**

Jak już wspomniano, główny impuls do stworzenia planu BIPM na lata 2016–2019 nadały indywidualne strategie Komitetów Doradczych, nad którymi prace podjęto w latach 2012–2013, w ramach skonsolidowanego procesu planistycznego. Określone w nich priorytety w poszczególnych obszarach stanowią wynik dyskusji na forum spotkania dyrektorów NMIs w 2013 r. Należą do nich m.in.:

1. Opracowanie wspólnego tematu metrologicznego w dziedzinie fizyki, scalającego projekty z obszarów masy i elektryczności. Dzięki zwiększeniu elastyczności rozlokowania personelu, będzie możliwa koncentracja prac wokół wagi watomowej oraz optymalizacja procedur przekazywania wzorca jednostki masy do NMIs państw członkowskich.
2. W zakresie pomiaru czasu – kalkulacja, upowszechnienie i ulepszenie międzynarodowej skali czasu, jako układu odniesienia dla pomiarów czasu realizowanych na całym świecie. Dużo uwagi planuje się poświęcić badaniu korzyści wynikających z wprowadzenia definicji sekundy, opartej na optycznych wzorcach częstotliwości (zegarach optycznych) oraz upowszechnianiu znaczenia i korzyści, wynikających z tych działań dla międzynarodowej telekomunikacji, astronomii i środowisk naukowych.
3. Przewidywane jest nowe podejście w formułowaniu wspólnych projektów z zakresu metrologii chemicznej i promieniowania jonizującego. Ma ono uwzględnić kwestie globalne, o wysokim priorytecie, mające wpływ na społeczeństwo oraz pomóc w zapewnieniu spójnego, przekrojowego i technologicznego podejścia, odpowiadającego w większym stopniu potrzebom wielu międzynarodowych organizacji.
4. Intensyfikacja międzynarodowej koordynacji, realizowana za pomocą projektów międzyresortowych. Aby bardziej efektywnie ustalać priorytety, więcej uwagi zostanie poświęcone zakresowi, wpływowi i kosztom koordynacji prac. Przewidywany jest przegląd świadczonych członkom Konwencji usług wzorcowania, gdyż uznawane generalnie za rentowne, wzorcowania mogą uszczuplać zasoby BIPM kosztem terminowej realizacji projektów strategicznych. Szczegółowy Plan Strategiczny przewiduje dalsze wykonywanie wzorcowań o najwyższej dokładności, na żądanie Państw Członkowskich.
5. W zakresie współpracy międzynarodowej większy nacisk będzie kładziony na wizyty naukowców NMIs państw dopiero rozwijających swoje systemy metrologiczne poprzez świadczenie im merytorycznej pomocy przy budowie własnej bazy metrologicznej.

Działania priorytetowe w dziedzinie metrologii masy i wielkości fizycznych

Głównym elementem szczegółowego planu strategicznego na lata 2016–2019 w dziedzinie metrologii wielkości fizycznych będzie zapewnienie, w perspektywie długoterminowej, pierwotnej realizacji kilograma, także z uwzględnieniem redefinicji układu jednostek SI. W tym zakresie BIPM przewiduje rozwijanie projektu wagi watomowej, cechu-

jącej się względną niepewnością pomiaru mniejszą niż 10^{-7} . Równoległe będą prowadzone prace nad innymi jak najdokładniejszymi i efektywnymi środkami realizacji kilograma, między innymi przy wykorzystaniu alternatywnej metody XRC D (*X Ray Crystal Density*).

Istotnym punktem planu działania jest także koordynacja porównań pierwotnych realizacji wzorców masy, utrzymywanych w poszczególnych NMIs, służących praktycznej realizacji wzorców jednostki masy. Działania te będą polegały na organizacji i koordynacji studium pilotowego pierwotnej realizacji kilograma, zgodnie z praktyką stosowaną przed redefinicją jednostki, przy jednoczesnej kontynuacji porównań pierwotnych realizacji kilograma, zgodnie z dotychczas obowiązującą praktyką. Nadal przekazywanie jednostki masy będzie realizowane z wykorzystaniem prototypu kilograma wykonanego ze stopu platyny i irydu oraz wzorcowania krajowych wzorców masy na wniosek poszczególnych NMIs. BIPM stworzy w tym celu zestaw wzorców odniesienia, mających służyć zapewnieniu spójności pomiarowej dla wzorcowań kilograma o najwyższej dokładności wykonywanych przez BIPM, przeznaczonych także dla wzorcowań kilograma realizowanych dla NMIs.

BIPM będzie przeprowadzać porównania z wykorzystaniem mobilnych kwantowych wzorców elektrycznych bezpośrednio w laboratoriach poszczególnych NMIs. W zakresie niepewności pomiaru będą kontynuowane prace zmierzające do określenia względnej niepewności pomiaru rezystancji na poziomie 10^{-8} , z wykorzystaniem nastawnych kondensatorów, działających w oparciu o kwantowy efekt Halla. Prowadzone będą też prace nad zwiększeniem ilości porównań w zakresie pojemności elektrycznej oraz wdrażana nowa generacja bardziej wygodnych w użyciu i uniwersalnych przenośnych wzorców kwantowych, przygotowanych na potrzeby przeprowadzania wzorcowań na miejscu w poszczególnych NMIs. Zgodnie ze swoim statutem BIPM będzie zapewniać Krajowym Instytucjom Metrologicznym dostęp do metod porównań i wzorcowań ich wzorców pierwotnych przy zachowaniu najmniejszej niepewności przy odtwarzaniu jednostek miar elektryczności: napięcia i pojemności elektrycznej. Przewiduje się, że na podstawie jednostek miar tych wielkości będzie można wywodzić pozostałe jednostki w tej dziedzinie.

Priorytety działań w dziedzinie metrologii czasu

Priorytetem BIPM w dziedzinie metrologii czasu będzie upowszechnianie Międzynarodowych Skal Czasu TAI i UTC (*Coordinated Universal Time*), z uwzględnieniem danych wpływających z zegarów atomowych poszcze-

gólnych NMIs. Jednocześnie będą prowadzone prace nad udoskonaleniem pomiarów za pomocą nowych, niezależnych technik transferowania czasu i wprowadzaniem udoskonalonych algorytmów. Przewiduje się także integrację wszystkich globalnych systemów nawigacji satelitarnej w połączeniu z zegarami, na których porównywany jest pomiar czasu w UTC. Celem długofalowym jest zapewnienie zblizonego do rzeczywistego pomiaru czasu UTC. Równocześnie BIPM będzie prowadzić badania nad korzyściami wypływającymi z przyszłej redefinicji sekundy oraz wykorzystaniem zegara optycznego do realizacji wzorca jednostki czasu. W ramach budowania skali UTC, umożliwiającej pomiar czasu zblizony do rzeczywistego, prowadzone będą też porównania różnorodnych wzorców czasu oraz prace nad optymalizacją wykorzystania światłowodów oraz połączeń między laboratoriami.

Przewiduje się zastosowanie metod znanych z porównań długości, wykorzystujących w metrologii czasu badania częstotliwości, a polegających na stosowaniu bardzo dokładnych wzorców częstotliwości (wtórnych odwzorowań sekundy) oraz porównań z wykorzystaniem bardzo dokładnych wzorców optycznych. BIPM będzie starał się także o uzyskanie dostępu do wyników pomiarów w eksperymencie z wykorzystaniem zespołu zegarów atomowych w kosmosie: Atomic Clock Ensemble In Space (ACES). W dalszej perspektywie Biuro będzie koncentrować się nad redefinicją sekundy w oparciu o transfer optyczny. Ważną częścią prac będzie adaptacja infrastruktury niezbędnej do utrzymania i rozpowszechniania wzorca jednostki czasu po redefinicji sekundy. Realizacja zamierzeń w tej dziedzinie będzie wiązać się z koniecznością wzmocnienia współpracy z organizacjami międzynarodowymi oraz użytkownikami systemów satelitarnych. Celem BIPM jest zapewnienie „kosmicznego, spójnego z SI, układu odniesienia” dla pomiarów czasu. Efektem tych działań będzie powstanie unikalnej, ciągłej skali czasu, służącej globalnej koordynacji pomiarów tej wielkości.

Strategia metrologii w chemii i metrologii promieniowania jonizującego

W zakresie metrologii w chemii i metrologii promieniowania jonizującego BIPM przewiduje optymalizację liczby przeprowadzanych porównań kluczowych. Priorytet będą miały porównania o najwyższej dokładności. Równie istotną częścią działań będzie tworzenie stałych, stabilnych w dłuższych okresach wzorców i wzorcowych materiałów odniesienia, potwierdzających najważniejsze kompetencje pomiarowe w danej dziedzinie. Dlatego działania BIPM będą skupiać się na wybranych zagadnieniach o znaczeniu

globalnym. Do nich będzie należeć tworzenie wzorców odniesienia dla większości najsilniej oddziaływujących na klimat gazów cieplarnianych oraz gazów występujących w powietrzu. Działania te posłużą zwiększeniu spójności pomiarowej w globalnym monitoringu klimatu i ochrony ludności. W perspektywie długoterminowej celem BIPM będzie zapewnienie spójności wzorców krajowych na poziomie wymaganym dla długookresowego globalnego monitoringu jakości powietrza i klimatu poprzez prezentację porównań dotyczących pomiarów CO₂, CH₄, N₂O, HCHO, NO_x, O₃. Prowadzone będą prace badawczo-rozwojowe nad materiałami odniesienia dla substancji czysto organicznych. Ich celem jest zaspokojenie światowego zapotrzebowania na spójność pomiarową w takich kluczowych dziedzinach, jak medycyna laboratoryjna, kryminalistyka oraz jakość żywności.

Uwaga BIPM będzie się także koncentrować na pomiarach dawek odniesienia, mających zastosowanie w budowie globalnego systemu odniesienia w radioterapii, ochronie przed promieniowaniem i radiodiagnostyce. Prace BIPM będą także zmierzać do zapewnienia międzynarodowej porównywalności urządzeń wzorcujących, prototypów wzorców organicznych dla potrzeb chemii klinicznej, medycyny laboratoryjnej, analizy żywności, analizy środowiskowej, kryminalistyki i farmakologii. Celem programu BIPM w dziedzinie promieniowania jonizującego jest zapewnienie Państwom Członkowskim wsparcia metrologicznego, służącego budowaniu zaufania do usług świadczonych przez Krajowe Instytucje Metrologiczne z pomocą stale funkcjonującego zespołu międzynarodowych instalacji odniesienia, niezbędnych dla porównań i ustanowienia stopni równoważności. Celem działań BIPM będzie także utrzymanie międzynarodowej spójności pomiarów i zapewnienie spójności krajowych wzorców pomiarowych w zakresie dozymetrii oraz aktywności radionuklidowej, mających zastosowanie w medycynie (radioterapia, medycyna nuklearna, radiodiagnostyka), przemyśle jądrowym, pomiarach środowiska oraz obszarach pokrewnych.

Strategia koordynacji współpracy międzynarodowej, komunikacji, promocji, kadr metrologicznych i infrastruktury

Zgodnie z planem działań na lata 2016–2019 BIPM będzie rozwijać współpracę z organizacjami międzynarodowymi oraz promowanie światowej porównywalności pomiarów poprzez bardziej efektywną komunikację z potencjalnie nowymi i aktualnymi członkami oraz innymi kluczowymi interesariuszami. Ważnym zadaniem BIPM pozostanie popularyzacja Międzynarodowego Układu

Jednostek Miar oraz wdrożenie redefinicji wybranych jednostek układu SI, których weryfikacja przewidziana jest na 2018 r. Jako główne zadania w planie wymieniono: zwiększenie kontaktów naukowych z zainteresowanymi ośrodkami naukowo-badawczymi i przemysłowymi, poprawę i promowanie wzajemnej uznawalności krajowych wzorców jednostek miar, świadectw pomiarowych i wzorcowania, wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne (porozumienie CIPM MRA). Jako płaszczyznę do współpracy postrzega się także prowadzenie i doskonalenie Bazy Porównań Kluczowych (KCDB) oraz działania w ramach Komitetu Wspólnego Regionalnych Organizacji Metrologicznych (JCRB). Duże znaczenie przywiązuje się do promowania porównywalności pomiarów w skali światowej i związanej z tym współpracy z organizacjami międzynarodowymi o znaczeniu strategicznym dla celów i misji BIPM, tj. OIML, ILAC, ISO, WTO; IAEA/WHO SSDL. Autorzy planu prac BIPM przewidują rozwijanie najlepszych praktyk we współpracy z Komitetami Doradczymi oraz Komitetami Wspólnymi. Jako ważną płaszczyznę współpracy traktuje się uczestnictwo BIPM w pracach sieci DCMAS, służącej pomocą krajom rozwijającym się, w zakresie metrologii, akredytacji i standaryzacji. Nowym elementem pracy Biura jest opracowany na lata 2016–2019 program wizyt w BIPM. Jest on skierowany na roboczym poziomie do metrologów państw rozwijających swoją infrastrukturę metrologiczną.

Reasumując należy ocenić, że Szczegółowy Plan Strategiczny BIPM na lata 2016–2019 zakłada realizację bardzo ambitnych zadań. Podczas 25. Generalnej Konferencji Miar głosowano nad projektami uchwał odnoszących się do kontynuowania ważnej dla światowego systemu pomiarowego redefinicji wybranych jednostek układu SI, dokonaniem przeglądu funkcjonowania porozumienia CIPM MRA. Biorąc pod uwagę fakt, że podczas 25. CGPM Państwa Członkowskie nie wyraziły zgody na zwiększenie składek, realizacja zamierzeń BIPM może okazać się trudna.

**Bureau
International des
Poids et
Mesures**

na podstawie BIPM Strategic Plan (2014); dokument dostępny pod adresem: www.bipm.org/utills/en/pdf/BIPM-strategic-plan.pdf

Prawna kontrola metrologiczna analizatorów spalin w silnikach iskrowych

The legal metrological control of exhaust gas analyzers in spark-ignition engine

mgr inż. Robert Pogorzelski, mgr inż. Marcin Gwoździej (Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku)

W artykule przedstawiono zagadnienie prawnej kontroli metrologicznej analizatorów spalin, wprowadzonych do użytkowania na podstawie decyzji zatwierdzenia typu albo w wyniku dokonania oceny zgodności. Opisano też, w jaki sposób analizator dokonuje pomiaru stężenia gazów trujących w spalinach samochodowych. Dodatkowo przedstawiono wymagania, jakie stawiane są analizatorom oraz opisano proces legalizacji ponownej z przytoczeniem przykładów. Stanowisko do legalizacji analizatorów, na którym wykonano pomiary, znajduje się na wyposażeniu Obwodowego Urzędu Miar w Białymstoku.

The paper presents the issue of legal metrological control of exhaust gas analyzers brought into use based on type approval decision or as a result of assessment of conformity. It describes how the analyzer measures the concentration of poisonous gas in car exhaust fumes. In addition, presents the requirements to be met by analyzer and describes the process of subsequent verification of given cases. The stand for the legalization of analyzers where measurements were performed is located at Local Office of Measures in Bialystok.

Wstęp

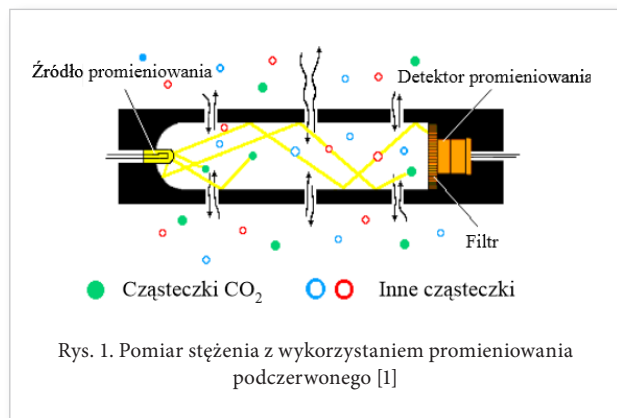
Analizator spalin samochodowych, powszechnie używany w warsztatach, a niezbędny na stacjach kontroli pojazdów, jest urządzeniem, którego obrót i użytkowanie od roku 1994 podlega regulacjom prawnym. Aktualnie analizatory na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej są objęte dyrektywą 2004/22/WE z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych. Obowiązująca od 30 października 2006 r. dyrektywa zastąpiła dotychczasowe przepisy krajowe, dopuszczając jednocześnie ich stosowanie przez 10-letni okres przejściowy, w czasie którego można wprowadzać do obrotu analizatory spalin, które uzyskały wcześniej zatwierdzenie typu GUM. Są to te przyrządy pomiarowe, które do 29 października 2006 r. podlegały zatwierdzeniu typu przez Prezesa Głównego Urzędu Miar i legalizacji pierwotnej, dokonywanej przez organy administracji miar. Od wejścia w życie unijnej dyrektywy zatwierdzeń typu już się nie wydaje, a nowe konstrukcje przyrządów pomiarowych, zgłaszane do obrotu od 30 października 2006 r., poddawane są

ocenie zgodności. Z kolei od 30 października 2016 r. (koniec okresu przejściowego) reguła ta dotyczyć będzie wszystkich produkowanych urządzeń [2].

Analizator spalin

Analizator jest urządzeniem, które pozwala ocenić, czy badane auto spełnia normy prawne dotyczące emisji zanieczyszczeń. Dodatkowo pozwala określić współczynnik nadmiaru powietrza λ . Wartości takie jak tlen (O_2), tlenek czy dwutlenek węgla (CO , CO_2) podawane są w procentach objętości, natomiast węglowodory (HC) w procentach objętości lub częściach na milion (ppm).

W analizatorze pomiar stężenia CO , CO_2 , HC w spalinach, przeprowadzony jest w oparciu o metodę absorpcji promieniowania podczerwonego (NDiR). Technika pomiaru NDiR wykorzystuje zjawisko pochłaniania promieniowania podczerwonego przez próbkę substancji badanej. Poszczególne grupy atomów, charakteryzujące się momentem dipolowym, do których należą cząsteczki tlenków węgla, azotu i siarki, absorbują promieniowanie na określo-



nych dla nich długości fali promieniowania. Zasada takiego pomiaru została przedstawiona na rys. 1.

Źródło promieniowania oświetla próbkę substancji badanej. Część energii promieniowania zostaje pochłonięta przez cząsteczki gazu zawartego w próbce, pozostała zaś część dociera do detektora. Ze względu na to, że detektor reaguje na cały zakres widmowy promieniowania, zastosowano filtr przepuszczający jedynie długości fal, na których następuje absorpcja. Każdy z gazów pochłania falę o innej długości z zakresu podczerwonego. W przypadku dwutlenku węgla jest to długość fali równa 4,3 μm [1]. W ten sposób układ pomiarowy mierzy koncentrację każdego z gazów. Niezależnie, stężenie tlenu mierzone jest przy użyciu czujnika elektrochemicznego, który przetwarza stężenie tlenu (wielkość nieelektryczną) na wielkość elektryczną (prąd lub napięcie).

Prawna kontrola metrologiczna

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych, przez analizator rozumie się przyrząd pomiarowy przeznaczony do oznaczania (przy zawartości wilgoci właściwej dla badanej próbki) ułamków objętościowych następujących składników gazów spalinowych:

- tlenku węgla (CO),
- dwutlenku węgla (CO₂),
- węglowodorów (HC),
- tlenu (O₂)

emitowanych przez silniki pojazdów mechanicznych o zapłonie iskrowym.

Dokumentem stanowiącym podstawę prawną do legalnego wprowadzenia do obrotu analizatorów

spalin będzie deklaracja zgodności z ww. dyrektywą MID. Analizator może również podlegać odrębnym przepisom, które przewidują umieszczenie oznakowania CE pod warunkiem, że urządzenie spełnia wymagania określone w tych przepisach (§ 4 rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych). Przed wprowadzeniem do obrotu analizatora producent powinien poddać przyrząd odpowiedniej procedurze oceny zgodności, obejmującej:

- badanie typu analizatora (moduł B), połączone z zapewnieniem jakości produkcji (moduł D);
- badanie typu analizatora (moduł B), połączone z weryfikacją wyrobu (moduł F);
- pełne zapewnienie jakości z badaniem projektu (moduł H1).

Nowa dyrektywa MID wprowadziła wymóg wyrażania stężenia węglowodorów w ppm. Nie zmieniły się natomiast wartości błędów granicznych dla analizatorów klas 0 oraz I, co przedstawiono w tabelach 3 i 4. Dodatkowo, dyrektywa MID wyróżniła dwie klasy dokładności analizatorów spalin: 0 i 1, gdzie klasa 0 określana jest jako najwyższa. Z kolei przejściowe przepisy krajowe wyróżniały trzy klasy: 0, 1 oraz 2 [4].

Analizatory spalin samochodowych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli, podlegają prawnej kontroli metrologicznej obejmującej:

- legalizację pierwotną i legalizację ponowną, którego typ został zatwierdzony,
- wyłącznie legalizację ponowną – dotyczy to tych analizatorów, które zostały wprowadzone do obrotu lub użytkowania po dokonaniu oceny zgodności z zasadniczymi wymaganiami, na podstawie ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności.

Dowodem legalizacji analizatorów spalin samochodowych jest świadectwo legalizacji [3]. Przyrząd, który został wprowadzony do obrotu na podstawie zatwierdzenia typu, podlega legalizacji ponownej co 6 miesięcy. W przypadku analizatorów wprowadzanych do obrotu na podstawie ustawy o ocenie zgodności, termin zgłoszenia przyrządu po raz pierwszy do legalizacji ponownej powinien nastąpić przed upływem 1 roku, a następnie co 6 miesięcy.

Zgodnie z ustawą z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach, termin zgłoszenia przyrządu pomiarowego po raz pierwszy do legalizacji ponownej po dokonaniu oceny zgodności liczony jest od pierwszego dnia grudnia roku, którego oznaczenie zostało naniesione na przyrządzie podczas dokonywania oceny zgodności.

Legalizacji analizatorów dokonują organy administracji miar lub podmioty upoważnione do przeprowadzenia tej legalizacji. Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku, jako jedyny organ administracji miar w Polsce, ma możliwość kompleksowej obsługi stacji kontroli pojazdów w zakresie: legalizacji analizatorów spalin, legalizacji manometrów do pomiaru ciśnienia w ogumieniu pojazdów oraz wzorcowania mierników poziomu dźwięku. W tym miejscu należy podkreślić, że dzięki wykwalifikowanej i przeszkolonej kadrze urzędu oraz faktowi, że firmy działające w Białymstoku zapewniają serwis dla wszystkich tych przyrządów, czas oczekiwania na wykonanie wyżej wymienionych czynności metrologicznych wynosi zaledwie 1 dzień.

W skład stanowiska do legalizacji analizatorów w Obwodowym Urzędzie Miar w Białymstoku wchodzi:

- ♦ dwie wzorcowe mieszaniny gazowe o określonej zawartości tlenu węgla, dwutlenku węgla i węglowodorów w azocie (mieszaniny o niższym i wyższym stężeniu składników badanych w azocie), mieszczące się w zakresach, określonych w tabeli 1,
- ♦ sterownik gazów wzorcowych (wykonany we własnym zakresie),

- ♦ termohigrobarometr do pomiaru warunków środowiskowych.

Tabela 1. Zakresy wartości ułamków objętościowych składników badanych w gazach wzorcowych podczas legalizacji pierwotnej i ponownej analizatorów

Klasa dokładności	Badany składnik	Zakres wartości ułamka objętościowego
0 i I	CO	od 0,5 % do 5 %
	CO ₂	od 4 % do 16 %
	HC	od 100 pm do 2000 ppm
II	CO	od 1 % do 7 %
	CO ₂	od 6 % do 16 %
	HC	od 0,03 % do 0,2 %

Na rys. 2 zaprezentowano schemat podłączenia stanowiska do legalizacji analizatorów spalin. Wzorcowe mieszaniny gazowe podłączone są do sterownika gazów, w którym za pomocą przełącznika wskazuje się, która mieszanina ma trafiać do sprawdzanego analizatora. Istnieje także możliwość przepuszczenia przez analizator powietrza za pomocą przełącznika „gazy-powietrze”. Dodatkowo sterownik wyposażony jest w pokrętkę do regulacji przepływu wzorcowego gazu. Termohigrobarometr monitoruje warunki środowiskowe podczas sprawdzania analizatora.



Rys. 2. Schemat stanowiska do legalizacji analizatorów spalin

Przebieg legalizacji

Przed przystąpieniem do pomiarów weryfikuje się, czy wymagane oznaczenia znajdują się na tabliczce znamionowej oraz czy sprawdzany analizator nie ma widocznych uszkodzeń zewnętrznych. Niezbędnym parametrem każdego analizatora spalin jest współczynnik P.E.F. (jest to współczynnik przeliczeniowy zwany równoważnikiem propan/heksan). Jakiegokolwiek wątpliwości, co do stanu technicznego urządzenia, powodują odstąpienie od dalszych czynności metrologicznych. Uszkodzony analizator może kierować mieszankę na zewnątrz zamiast do celi pomiarowej, co grozi poważnymi konsekwencjami zdrowotnymi.

Jeżeli analizator jest sprawny, to kolejnym etapem jest weryfikacja urządzenia do badania szczątkowej zawartości węglowodorów. Celem testu jest sprawdzenie pozostałości po poprzednim badaniu zawartości węglowodorów w sondzie spalin lub w filtrze separatora kondensatu. Obecność niedopalonych węglowodorów w tych elementach może być przyczyną błędnego wyniku pomiarów.

Następnym etapem jest sprawdzenie szczelności układu. Celem tej próby jest ocena czy do układu zasysania spalin nie przedostaje się powietrze z zewnątrz, którego obecność fałszowałaby wyniki pomiarów. Pozytywny wynik próby szczelności umożliwia przejście do wyznaczania charakterystyk metrologicznych badanego przyrządu pomiarowego dla dwóch wzorcowych mieszanin gazowych. Odczytane wartości wskazań badanych składników (CO, CO₂, HC) odnotowuje się w protokole sprawdzenia, a następnie porównuje się z wynikami wzorcowania mieszaniny gazowej.



Rys. 3. Analizator Eurogas 8020 z wskazaniem zawartości poszczególnych składników dla pierwszej mieszanki gazowej:
1 – stężenie CO (%), 2 – stężenie CO₂ (%),
3 – stężenie HC (ppm), 4 – stężenie O₂ (%),
5 – wskazanie współczynnika λ, 6 – panel operatorski,
7 – wydruk wyników

Na rys. 3 przedstawiono panel czołowy analizatora gazów Eurogas 8020, podczas procesu legalizacji ponownej. Prezentowane wyniki pomiarów zostały zebrane w formie tabelarycznej. Jak przedstawia tabela 2 wskazania badanego przyrządu nie przekraczają granicznych błędów dopuszczalnych dla analizatorów spalin ukazanych w tabeli 3.

Ostatnim etapem jest sprawdzenie urządzenia sygnalizującego spadek strumienia gazu. Po wyznaczeniu błędów wskazań analizatora spalin z użyciem wzorca gazowego II stopniowo zmniejsza się strumień nominalny objętości gazu dostarczanego do analizatora, aż do automatycznego wyłączenia przyrządu. Wartości bezwzględne błędów wskazań analizatora przy wyłączeniu nie powinny przekraczać połowy wartości bezwzględnej błędów granicznych dopuszczalnych. Po wykonaniu testów gazami wzorcowymi, kontrolowane jest wskazanie kanału tlenowego przy użyciu powietrza z otoczenia, co powinno stanowić 20,9 % objętości.

Tabela 2. Wyniki sprawdzania wskazań dla I mieszanki gazowej

Wzorec gazowy I	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	O ₂ (%)	C ₃ H ₈ (%)
Zawartość (ułamek objętościowy)	0,4896	5,970	0,0102	0,00	0,01932
Sprawdzanie pierwszego punktu pomiarowego					
Składniki	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (%)	wz. O ₂ (%)	pow. O ₂ (%)
Wskazanie analizatora (uł. obj.)	0,4800	6,0100	0,0095	0,05	20,9
Błąd analizatora Δ	0,0096	0,0400	0,0007	0,05	0,0
Błąd dopuszczalny w kl. I	0,0600	0,5000	0,0012	0,10	1,0
Wynik sprawdzenia	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Tabela 3. Błędy graniczne dopuszczalne analizatorów spalin, wprowadzonych do obrotu lub użytkowania na podstawie zatwierdzenia typu podczas legalizacji pierwotnej lub legalizacji ponownej

Klasa dokładności	Rodzaj błędu	Błąd graniczny dopuszczalny			
		tlenek węgla	dwutlenek węgla	węglowodory	tlen
0	bezwzględny (ułamek objętościowy)	± 0,03 %	± 0,5 %	± 0,001 %	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
I	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,06 %	± 0,5 %	± 0,0012 %	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
II	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,2 %	± 1 %	± 0,003 %	± 0,2 %
	względny	± 10 %	± 10 %	± 10 %	± 10 %

Tabela 4. Błędy graniczne dopuszczalne analizatorów spalin, wprowadzonych do obrotu lub użytkowania w wyniku dokonania oceny zgodności podczas legalizacji ponownej

Klasa dokładności	Rodzaj błędu	Błąd graniczny dopuszczalny			
		tlenek węgla	dwutlenek węgla	węglowodory	tlen
0	bezwzględny (ułamek objętościowy)	± 0,03 %	± 0,5 %	± 10 ppm	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
I	bezwzględny (uł. obj.)	± 0,06 %	± 0,5 %	± 12 ppm	± 0,1 %
	względny	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %

Podsumowanie

Użytkowanie i wprowadzanie do obrotu analizatorów spalin regulowane jest przez przepisy dwóch ustaw: Prawo o miarach i o systemie oceny zgodności. Aktem wykonawczym ustawy, określającym kwestie związane z wprowadzaniem do obrotu analizatorów, jest rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie zasadniczych wymagań dla tego rodzaju przyrządów pomiarowych.

Aby zapewnić jednolitość miar i wymaganą dokładność pomiarów wielkości fizycznych w Rzeczypospolitej Polskiej, organy administracji miar czuwają nad poprawnością wskazań analizatorów spalin. O zapotrzebowaniu na tego rodzaju pomiary świadczy fakt, że w Obwodowym Urzędzie Miar w Białymstoku od 2007 r. przeprowadzono ponad 2000 legalizacji ponownych analizatorów spalin.

Literatura

- [1] Nieradka G., Mocny W., *Pomiar stężenia dwutlenku węgla przy wykorzystaniu absorpcji promieniowania podczerwonego*, II Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOLOGIA W ELEKTRONICE”, 2002.
- [2] *Legalizacja analizatorów spalin*, AutoGaz journal, 2014.
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. Nr 5, poz. 29, z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 grudnia 2008 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać analizatory spalin samochodowych, oraz szczegółowego zakresu sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. Nr 241, poz. 1765).

„Hallmarking”, czyli cechowanie w hallu

“Hallmarking” i.e. marking at the hall

Maria Magdalena Ulaczyk (dyrektor OUP Warszawa)

Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie i wyjaśnienie angielskojęzycznych terminów stosowanych w urzędach probierczych.

The aim of this article is to present and explain the English terms used at assay offices.

W probiernictwie, tak jak w wielu innych dziedzinach, podstawowym narzędziem komunikacji międzynarodowej jest język angielski. W tym języku sporządzana jest większość specjalistycznych dokumentów, posługują się nim uczestnicy międzynarodowych konferencji. Tekst Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych, ratyfikowanej przez większość państw europejskich, stanowiącej w Europie swoisty katechizm w dziedzinie badania i oznaczania wyrobów z metali szlachetnych, opublikowany w dwóch językach – angielskim i francuskim – użytkowany jest głównie w wersji angielskiej. Z tych powodów omówienie podstawowych angielskojęzycznych terminów, ich polskich odpowiedników oraz pojawiających się w pewnych przypadkach różnic pomiędzy terminologią polską i angielską, może być celowe i użyteczne, tym bardziej, że ze względu na wielowiekową tradycję brytyjskich urzędów probierczych, miały one znaczący wpływ na europejskie probiernictwo.

Trochę historii

W większości krajów europejskich pierwszych formalnych regulacji prawnych dotyczących państwowej kontroli i oznaczania wyrobów z metali szlachetnych dokonywano dopiero w XVIII i XIX wieku, podczas gdy początki brytyjskiego probiernictwa sięgają roku 1300. Na podstawie wydanego wówczas statutu Edwarda I wprowadzono obowiązkową kontrolę wyrobów srebrnych i zaczęto na nich umieszczać cechy probiercze z symbolem głowy lamparta, który do chwili obecnej jest znakiem Urzędu Probierczego w Londynie. Wyroby ze złota nie musiały posiadać oznaczeń, ale ich próba musiała

odpowiadać standardom określanym jako „touch of Paris”, co oznaczało, iż nie może być niższa niż 0,800 (ok. 19,2 karata), bo takie próby przyjęto we Francji jako minimalne. W tamtych czasach słowem „touch” posługiwano się w probiernictwie w innym niż dziś rozumieniu: oznaczało ono umieszczenie na wyrobie znaku określającego próbę, podczas gdy obecnie odnosi się ono do sfery badawczej, bowiem „touchstone” (kamień probierczy) to jedno z narzędzi służących do określania prób.

W tych czasach, czyli na początku XIV w., nie funkcjonowało jeszcze pojęcie „cechy probierczej”. Znak próby, nanoszony na mocy ww. statutu określany był jako King’s mark („znak królewski”, „cecha królewska”). Statutowej kontroli prób i oznaczania wyrobów dokonywali wybierani corocznie z grona złotników „wardens” (nadzorcy, inspektorzy), a odbywała się ona w miejscach wytwarzania wyrobów – w zakładach jubilerskich.

Data bardzo istotną, która dała początek zinstytucjonalizowanemu probiernictwu i powszechnie dziś używanym pojęciom: „hallmark” (cecha probiercza) i „hallmarking” (cechowanie) był rok 1478. Wprowadzono wówczas w Londynie obowiązek zgłaszania wyrobów z metali szlachetnych do badania i oznaczania w **Goldsmiths’ Hall**, gmachu stanowiącym siedzibę Goldsmiths’ Company (londyńskiego Związku Złotników). Fakt cechowania w owym „hallu” – konkretnym, wyznaczonym do tego i odpowiednio wyposażonym miejscu – spowodował potrzebę nadania tej czynności szczególnej rangi i podkreślenia, iż nanoszony znak ma inne znaczenie niż zwykła cecha: „mark”.

Powołaniu w Londynie pierwszego urzędu probierczego („assay office”) towarzyszyło stworzenie



Schody prowadzące do sal konferencyjnych
w Goldsmiths' Hall

Zdjęcia z archiwum UP w Londynie



77. Posiedzenie Stałego Komitetu Konwencji Wiedeńskiej
w Goldsmiths' Hall – wrzesień 2015 r.

Zdjęcia z archiwum UP w Londynie

instytucji zawodowych probierzy („assayers”). Pierwszym takim probierzem był członek gildii londyńskiej, mistrz probierczy („assay master”), Christopher Eliot. Do chwili obecnej każdy dyrektor brytyjskiego urzędu probierczego legitymuje się dwoma tytułami „deputy warden” i „assay master”, podczas gdy miano głównego, „pierwszego nadzorcy” („prime warden”), zastrzeżone jest dla osoby stojącej na czele Związku Złotników, nadzorującego pracę współcześnie działających urzędów probierczych. Przy tłumaczeniu terminu „warden” jako „strażnik”, „wartownik”, odwołano się do tradycyjnego znaczenia misji, jaką od wieków powierzano osobom pełniącym tego rodzaju funkcję: straż nad jakością szlachetnych kruszców i rzetelnością obrotu w tym zakresie. „Warden” to również nadzorca, dyrektor, naczelnik, a wszystkie te znaczenia – wzajemnie się uzupełniając – właściwie opisują pełnioną przez te osoby funkcję.

Londyński Goldsmiths' Hall od połowy XV w. mieści się pod tym samym adresem, w pobliżu słynnej katedry Świętego Pawła. Jego siedziba była kilkakrotnie budowana na nowo – w obecnym kształcie powstała w latach 1829–1835, według projektu znanego brytyjskiego architekta Philipa Hardwicka. Ostatniej modernizacji budynku dokonano w 1990 r., kiedy to Goldsmiths' Hall dostosowano do wymogów XXI w., przy zachowaniu jego tradycyjnego wystroju. W owym gmachu, oprócz siedziby Związku Złotników i urzędu probierczego, znajduje się wiele przestronnych sal konferencyjnych, których wynajem stanowi źródło dochodu Goldsmiths' Company.

Określenie „hall” stosowane jest również w odniesieniu do siedziby Urzędu Probierczego w Shef-

field, utworzonego na mocy ustawy z 1773 r., działającego w gmachu zwanym „Guardians' Hall”.

Historia brytyjskiego probiernictwa wywarła znaczące piętno na całym systemie europejskim. Poświęcono jej znaczącą część tego artykułu i być może jego tematyka wykracza nieco poza sprawy ściśle związane z terminologią. Jednak bez tego historycznego wstępu, trudniej byłoby zrozumieć genezę poszczególnych terminów i ich współczesne znaczenie.

Najczęściej stosowane terminy

„Assaying” i „hallmarking” to dwa najważniejsze, powszechnie stosowane w probiernictwie, angielskojęzyczne terminy. Odnoszą się do podstawowych czynności wykonywanych w urzędach probierczych: badania w celu określenia próby („próbowania”) i oznaczania („cechowania”). Obydwa terminy stanowią bazę dla wielu innych pojęć. Należy przy tym zwrócić uwagę na ewolucję i rozszerzenie znaczenia terminu „hallmarking”. Zgodnie z historycznymi „korzeniami” i słownikową definicją, termin ten odnosi się do spraw związanych z oznaczaniem wyrobów i nanoszeniem cech. Sfery badawczej dotyczy termin „assaying”. Jednak w powszechnie przyjętej praktyce, pojęcia „hallmarking” używa się także w odniesieniu do całego europejskiego probiernictwa (**the European hallmarking**), określając przy jego pomocy tytuły aktów prawnych (**Hallmarking Act, Hallmarking Law**), czy też nazywając zamiennie wspomnianą wyżej Konwencję (**Hallmarking Convention**), podczas gdy oficjalne jej nazwy to **Konwencja o kontroli i cechowaniu wyrobów**

z metali szlachetnych – Convention on the control of articles of precious metals oraz Konwencja Wiedeńska – Vienna Convention.

W tekście Konwencji termin „hallmark” odnosi się do narodowych cech probierczych używanych przez urzędy probiercze państw członkowskich (**national hallmarks of contracting states**), natomiast cechy stosowane w celu oznaczenia wyrobów, zgodnie z zasadami przewidzianymi w Konwencji to:

- ♦ **common control marks (CCM)** – wspólne cechy kontroli, czyli cechy konwencyjne z wizerunkami wagi,
- ♦ **assay office marks, marks of the authorized assay offices** – cechy urzędów probierczych krajów członkowskich, umieszczane obok CCM,
- ♦ **responsibility marks** – znaki imienne producentów lub podmiotów odpowiedzialnych za próby i jakość wyrobów,
- ♦ **fineness marks** – liczby określające próbę, np. „925”, „585”.

Szerszego komentarza wymaga termin „znak imienny”, dla którego w języku angielskim przyjęto następujące określenia:

- **sponsor mark,**
- **mark of producer,**
- **maker’s mark,**
- **manufacturer’s mark,**
- **responsibility mark.**

Genezy tego znaku również można szukać w historii brytyjskiego probiernictwa, bowiem już w 1363 r., na mocy statutu królewskiego, pojawił się obowiązek jego stosowania. Wprawdzie podobnych znaków używali złotnicy w innych krajach, posługiwali się nimi także indywidualni wytwórcy, zakłady rzemieślnicze i organizacje cechowe, ale używanie ich w trybie państwowego nakazu nie było powszechne i wynikało raczej z potrzeby wytwórców, którzy nie chcieli sprzedawać „beziemiennych” produktów. W tych czasach znaki imienne należały głównie do producentów, jako tych, którzy wytwarzając wyrób, ponosili odpowiedzialność za jego jakość.

Stosowane w tekście wspomianej wyżej Konwencji pojęcie „responsibility mark” odzwierciedla zmieniające się warunki rynkowe, w których znacząco zwiększyła się liczba uczestników obrotu. Oprócz tradycyjnej sytuacji, w której nabywca kupuje wyrób bezpośrednio u producenta lub kiedy wytwórca korzysta z pomocy sprzedawcy, ale liczba

uczestników obrotu nie przekracza trzech osób, w obrocie międzynarodowym pojawiło się duże grono pośredników handlowych, kanałów i sieci zbytu. W niektórych krajach, szczególnie na Dalekim Wschodzie, nie ma obowiązku oznaczania wyrobów z metali szlachetnych przez producenta. Zdarza się, iż biżuteria importowana z tych obszarów posiada tylko liczbową informację o próbie. Z tych przyczyn wystąpiła potrzeba oznaczenia wyrobu przez podmiot, który go wprowadza do obrotu i ponosi za niego odpowiedzialność. Termin „responsibility mark”, ze względu na jego szersze znaczenie i fakt, że nie zawsze można jednoznacznie stwierdzić, czy znak na wyrobie należy do producenta czy np. importera, w praktyce zastępuje powoli wszystkie pozostałe określenia dotyczące znaków imiennych.

Terminologia badawcza

Terminologia przypisana sferze badawczej probiernictwa, tzn. określaniu prób, to poza przywołanym wyżej pojęciem „assaying” również słowo „testing”, odnoszące się do wszystkich stosowanych w probiernictwie metod badawczych. Wydawane przez urzędy probiercze świadectwa badania określane są jako „certificates of testing”.

„Testing methods” to przede wszystkim:

- ♦ **cupellation** – kupelacja (analityczne badanie złota),
- ♦ **titration** – miareczkowanie (analityczne badanie srebra),
- ♦ **x-ray spectroscopy** – spektroskopia rentgenowska,
- ♦ **atomic absorption** – absorpcja atomowa,
- ♦ **gravimetric method** – metoda grawimetryczna,
- ♦ **touchstone testing** – badanie na kamieniu probierczym przy użyciu iglic probierczych (**touchstone needles**).

Większość metod badawczych wymaga pobrania próbki stopu (**taking the sample of alloy**), poprzez wycięcie (**cutting out**) lub zeskrobanie (**scraping**). Badania prowadzone w urzędach probierczych obejmują wszystkie elementy wyrobów, czyli nie tylko części zasadnicze, ale również lutowie (**solder**) oraz powłoki (**coatings**). Celem przeprowadzanych badań jest ustalenie, czy próba wyrobu jest zgodna z przyjętymi standardami (**standards of fineness**). Weryfikuje się również jednorodność stopu (**homogeneity of alloy**). Przepisy prawa probierczego

w większości krajów europejskich wykluczają stosowanie podczas badań tolerancji ujemnej (**the minus tolerance**).

Czynność cechowania w języku angielskim określana jest, zgodnie z tradycją, jako „hallmarking”, ale używa się również innych terminów, takich jak „marking”, „stamping” i „punching”. Narzędziem do umieszczania cech probierczych w sposób tradycyjny są znaczniki probiercze (**punches**), ale w ostatnim dziesięcioleciu dynamicznie rozpowszechniła się metoda laserowego cechowania (**laser hallmarking**). Nadzór probierczy (**hallmarking supervision**) to przede wszystkim nadzór nad rynkiem (**market surveillance**), sprawowany głównie poprzez kontrole probiercze (**hallmarking inspections**).

Równoległe z rozwojem złotnictwa i rynku obrotu wyrobami z metali szlachetnych oraz jego otwarciem na obszarze UE, rozwija się proceder fałszowania cech probierczych i znaków imiennych renomowanych producentów biżuterii i zegarków. Jedną z dziedzin, którymi zajmują się urzędy probiercze, w ramach nadzoru probierczego, jest identyfikacja cech i znaków probierczych oraz badanie ich autentyczności. Podczas prowadzonych w tym zakresie konsultacji pomiędzy zagranicznymi urzędami probierczymi używa się pojęć:

- **false hallmark, false mark, fake, counterfeit mark** – fałszywa cecha, znak,
- **genuine hallmark, mark** – oryginalna cecha, znak,
- **hallmarking expertise** – ekspertyza probiercza.

Omawiając stworzone dla potrzeb probiernictwa angielskojęzyczne słownictwo, nie powinno się pominąć podstawowego, funkcjonującego w tej dziedzinie pojęcia: „wyroby z metali szlachetnych”. Takie określenie od lat wymieniane jest jako przedmiot regulacji w polskich aktach prawnych. W terminologii angielskojęzycznej stosuje się na ogół termin „articles of precious metals”, zastępowany czasami określeniami: „precious metal goods” i „precious metal wares.” Wyroby z metali nieszlachetnych nazywane są „base metal articles”. Producent biżuterii – złotnik, to najczęściej „goldsmith” lub „silversmith”. W Polsce raczej nie używa się określenia „srebrnik” – wyroby ze srebra wykonywane są u nas przez złotników, natomiast w języku angielskim można tych pojęć używać zamiennie albo korzystać z terminu **jeweller** (jubiler) – jako wytwórca klejnotów (jewels). Klejnoty zdobione są na ogół kamieniami szlachet-

nymi, nazywanymi w języku angielskim: „gems”, „gemstones” lub „precious stones”.

Do określania biżuterii używanych jest kilka podobnie brzmiących terminów: **jewellery, jewelery, jewelry** oraz **bijouterie**. Podstawowe terminy „z warsztatu złotniczego”, dotyczące czynności wykonywanych przy wytwarzaniu wyrobów, to słowa: „melt” – topić „cast” – odlewać, „engrave” – grawerować, „solder” – lutować, „polish” – polerować.

Przytaczając kolejne określenia należałoby pewnie odnosić je do poszczególnych obszarów geograficznych, na których stosowany jest język angielski. Ożywiona wymiana rynkowa w dziedzinie obrotu biżuterią i fakt, iż szlaki handlowe przekraczają ramy poszczególnych kontynentów, zakłóciły jednak ład w tej dziedzinie. Terminologia stosowana jest wymiennie, pojęć angielskojęzycznych używa zarówno mieszkańiec Wielkiej Brytanii, jak też Szwajcar, Polak, Chińczyk, Amerykanin czy obywatel RPA.

Profesjonalni tłumacze, którzy dokonywali oficjalnego przekładu tekstu Konwencji Wiedeńskiej w ramach procedury ratyfikacyjnej, konsultowali z urzędami probierczymi specjalistyczne słownictwo z zakresu probiernictwa, bo ze względu na jego nietypowość i mnogość znaczeń, pojawiały się liczne wątpliwości interpretacyjne. Podobne problemy wystąpiły przy tłumaczeniach tekstu ustawy Prawo probiercze i wydanych na jej podstawie aktów wykonawczych. W kontaktach między urzędami probierczymi, zarówno w kraju, jak też w ramach współpracy międzynarodowej, prowadzone są starania, aby używać jednolitego słownictwa, porządkować definicje, harmonizować teksty przepisów prawnych oraz instrukcji technicznych. Weryfikacji językowej dokumentów o znaczeniu międzynarodowym, sporządzanych w języku angielskim, dokonują specjaliści z brytyjskich urzędów, co oznacza, iż **Goldsmiths' Hall** posiada nie tylko opowiedziany wyżej – historyczny, ale także i współczesny – międzynarodowy kontekst.

Literatura:

- [1] Forbes J. S. *Hallmark, A History of the London Assay Office*, Londyn 1998.
- [2] *Goldsmiths' Review*, 2014–2015, Londyn 2015.
- [3] *Convention on the control of articles of precious metals* – tekst umieszczony na stronie internetowej www.hallmarkingconvention.org.

Grupa Wyszehradzka (GV4)

Visegrad Group (GV4)

Aleksandra Górkiewicz-Malina (dyrektor OUP Kraków)

W artykule opisano cel istnienia GV4 oraz zakres współpracy i korzyści wynikające z członkostwa dla polskich urzędów probierczych.

The article describes the purpose of the GV4 and the scope of cooperation as well as the benefits of membership for the Polish Regional Assay Offices.

Grupa Wyszehradzka (GV4) to forum współpracy urzędów probierczych Republiki Czeskiej, Węgier, Słowacji i Polski, które są reprezentowane na posiedzeniach przez dyrektorów tych urzędów. Organizacja powstała ponad 20 lat temu, z inicjatywy ówczesnego dyrektora Urzędu Probierczego w Pradze, pana Jerzego Kutila. Początkowo spotkania członków GV4 odbywały się dwukrotnie w każdym roku kalendarzowym, co zaowocowało ścisłą współpracą i wymianą doświadczeń związanych z:

- ♦ analizą i porównaniem danych dotyczących rynku metali szlachetnych w poszczególnych krajach członkowskich, popartą prowadzeniem stosownych statystyk,
- ♦ metodologią badań, popartą uczestnictwem każdego członka Grupy w programach „LABTEST” i Round Robin, sprawdzających poprawność uzyskiwanych wyników przez laboratoria chemiczne wszystkich urzędów,
- ♦ wyposażeniem tych urzędów w specjalistyczną aparaturę,
- ♦ organizacją pracy w wydziałach technicznych i wydziałach nadzoru urzędów.

Współpraca nie polegała jedynie na dokonywaniu ustaleń w trakcie obrad Grupy, ale miała również wymiar praktyczny, bowiem występowała i nadal występuje wymiana pracowników urzędów (wyjazdy robocze), w celu zapoznania się ze specyfiką pracy w poszczególnych jednostkach oraz działaniem specjalistycznej aparatury. Wyjazdy wiązały się również z udziałem w tematycznych konferencjach, które najczęściej organizował Urząd Probierczy w Pradze, ale odbywały się także również w Warszawie i Buda-

peszcie. Z biegiem lat ograniczono częstotliwość regularnych posiedzeń GV4 do jednego spotkania w roku, organizowanego kolejno przez każdy urząd państwa członkowskiego. Posiedzenia w Polsce organizowane są na zmianę przez Okręgowy Urząd Probierczy w Krakowie i OUP w Warszawie.

Liczba urzędów probierczych w państwach GV4 uzależniona jest od specyfiki rynku metali szlachetnych w danym kraju oraz od jego obszaru. Zadaniem urzędów jest szeroko rozumiany nadzór nad rynkiem metali szlachetnych, tj. zarówno weryfikacja jakości stopów metali szlachetnych, jak też kontrola legalności obrotu, po to, aby chronić konsumenta. Na Węgrzech działa tylko jeden urząd probierczy – w Budapeszcie. Na Słowacji urząd wiodący mieści się w Bratysławie i posiada trzy oddziały. W Czechach, poza urzędem głównym w Pradze, działają trzy urzędy terenowe i pięć małych ekspozytur. W Polsce, kraju o największym obszarze wśród państw GV4, dwóm Okręgowym Urzędem Probierczym w Krakowie i w Warszawie podlegają po cztery wydziały zamiejscowe. Szczegółowe informacje o siedzibach urzędów probierczych w tych czterech krajach zamieszczono w tabeli nr 1.

Owocnej współpracy i wymianie informacji sprzyja fakt, że obowiązujące w krajach członkowskich GV4 przepisy z zakresu probiernictwa są zbliżone. W tabeli nr 2 przedstawiono informację o funkcjonujących systemach prawa probierczego, progach masy dla wyrobów zwolnionych z obowiązku badania i oznaczania cechami probierczymi, a także wykaz prób dla poszczególnych metali szlachetnych. Należy podkreślić, że na Węgrzech progi masy dotyczą jedynie zwolnienia z obowiązku ozna-

Tabela 1. Siedziby urzędów probierczych w krajach Grupy Wyszehradzkiej (GV4)

Kraj	Urzędy wiodące	Urzędy terenowe	Ekspozytury stałe
Węgry	Budapeszt	–	–
Słowacja	Bratysława (B)	Koszyce (K) Lewice (L) Trenczyn (T)	–
Czechy	Praga (P)	Brno (B) Ostrawa (O) Jablonec (J)	Czerwony Kościelec (K) Pilzno (Z) Karlove Vary (H) Tabor (R) Turnov (T)
Polska	Kraków (K)	Poznań (P) Wrocław (V) Chorzów (H) Częstochowa (Z)	
	Warszawa (W)	Gdańsk (G) Bydgoszcz (B) Łódź (Ł) Białystok (A)	

czania cechami probierczymi, a wszystkie wyroby wprowadzane do obrotu muszą być zgłoszone do badania, co gwarantuje, iż nawet wyroby nie oznaczone cechami probierczymi odpowiadają obowiązującym próbom. W pozostałych krajach wyroby o masie poniżej ustawowego progu są także zwolnione z obowiązku badania i w ogóle nie trafiają do urzędów probierczych, co sprawia, że przy wprowadzaniu ich do obrotu, za próbę stopu, z którego są wykonane, odpowiada podmiot umieszczający na nich swój znak imienny. W tabeli nr 2 nie uwzględniono prób dla palladu, ponieważ występują one jedynie w tabeli polskich cech probierczych.

Członkostwo krajów GV4 w Unii Europejskiej i zasady określone w orzecznictwie Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości dały podstawę do wzajemnego uznawania cech probierczych, z zastrzeżeniem, że muszą one być: umieszczane przez niezależny organ, zrozumiałe dla konsumenta, a oznaczenie dokonane w państwie producenta powinno być równoznaczne z oznaczeniem stosowanym w kraju,

Tabela 2. Aktualne próby metali szlachetnych, limity masy dla wyrobów zwolnionych z obowiązku badania i oznaczania cechami probierczymi w krajach GV4 oraz obowiązujące w nich systemy prawne

Metal szlachetny	Węgry	Czechy	Słowacja	Polska
Złoto (Au)	–	999	999	999 (od 2011 r.)
	–	986	986	–
	–	–	–	960
	916	–	–	–
	–	900	900	–
	750	750	750	750
	585	585	585	585
	–	–	–	500
	375	–	375 (od 2013 r.)	375
	–	–	–	333
Limit masy dla Au	1 g	0,5 g	0,5 g	1 g
Srebro (Ag)	–	999	999	999 (od 2011 r.)
	–	959	959	–
	925	925	925	925
	900	900	900	–
	–	–	–	875
	835	835	835	–
	–	–	–	830
800	800	800	800	
Limit masy dla Ag	2 g	3 g	2 g (od 2013 r.)	5 g
Płatyna (Pt)	–	999	999	999 (od 2011 r.)
	950	950	950	950
	–	900	900	–
	–	850	850	850 (od 2011 r.)
	–	800	800	–
Limit masy dla Pt	1 g	0,5 g	0,5 g	1 g
Obowiązujący system	obligatoryjny	obligatoryjny	obligatoryjny	obligatoryjny

na terytorium którego następuje obrót tymi wyrobami. Wszystkie urzędy Grupy Wyszehradzkiej wzajemnie honorują cechy probiercze jej członków.

Przez wiele lat na kolejnych posiedzeniach grupy dokonywano próby ujednoczenia wymagań w odniesieniu do wyrobów przeznaczonych do obrotu na wspólnym rynku. Ustalenia dotyczyły zarówno obowiązków wytwórców prowadzących obrót na terenie UE, jak też procedur stosowanych w urzędach probierczych i oznaczeń na wyrobach. Pomimo przyjmowanych ustaleń, rynek wyrobów z metali szlachetnych w każdym kraju członkowskim ma swoją specyfikę, w związku z czym nadal występują różnice i bariery, wynikające z różnych interpretacji lokalnych i europejskich zasad prawnych. Polska najbardziej liberalnie podchodzi do problemu honorowania cech probierczych krajów członkowskich UE uznając, bez dodatkowych warunków, wszystkie cechy. Natomiast w Czechach tworzone są liczne bariery, polegające na odmowie honorowania holenderskich i brytyjskich cech probierczych, ze względu na fakt umieszczania ich poza terytoriami tych krajów, w punktach probierczych działających na terenie Chin, Niemiec lub Włoch. Z kolei Słowacja ogranicza lokalnym wytwórcom możliwości korzystania z usług urzędów probierczych innych krajów, zmuszając ich do badania i oznaczania wyrobów cechami probierczymi na terenie własnego państwa. Dotyczy to zarówno przedmiotów produkcji krajowej, jak również importowanych, sprzedawanych na obszarze krajów GV4. Uzasadnieniem dla tych działań jest znaczący spadek liczby wyrobów zgłaszanych do krajowych urzędów, którego główną przyczyną, poza recesją gospodarczą, jest mała liczba lokalnych producentów oraz wprowadzenie wysokich opłat za badanie i oznaczanie wyrobów, co nastąpiło po wprowadzeniu na Słowacji waluty euro. Ograniczenia swobody wytwórców w zakresie wyboru urzędu probierczego są krytycznie przyjmowane przez pozostałych członków grupy. Na Węgrzech obowiązuje zaostrzona kontrola wyrobów importowanych, dokonywana we współpracy z urzędami celnymi, już na etapie zgłaszania tych przedmiotów w urzędzie probierczym.

Porównując cenniki opłat probierczych w krajach GV4, najniższe ceny obowiązują w Polsce, gdzie opłaty pobierane są od grama badanego przedmiotu, łącznie z oznaczaniem go cechami probierczymi, a dodatkowa opłata (od sztuki) dotyczy jedynie ozna-

czenia laserowego. W pozostałych krajach GV4, oprócz opłaty od masy badanego wyrobu, pobierana jest dodatkowa opłata za umieszczenie cech probierczych od każdej sztuki, niezależnie od metody oznaczania. Ponadto, obowiązujące w RP progi masy dla wyrobów zwolnionych z obowiązku badania i oznaczania są wyższe niż w pozostałych krajach GV4, co dodatkowo eliminuje trudności przy wprowadzaniu wyrobów na polski rynek. Polscy wytwórcy natomiast, chcąc wprowadzić swoje wyroby do obrotu na pozostałe rynki krajów GV4, muszą przestrzegać obowiązujących tam, niższych niż u nas, limitów.

Lata 2009–2013 to okres spowolnienia gospodarczego, które bardzo wyraźnie dotknęło branżę jubilerską w każdym z krajów GV4 i sprawiło, że uzyskiwane tam dochody za wykonywane czynności probiercze były zdecydowanie niższe niż koszty funkcjonowania urzędów. W efekcie znacznie zmniejszyły się wydatki na zakupy specjalistycznej aparatury oraz na zapewnienie bieżącego funkcjonowania urzędów probierczych. W najmniej korzystnej sytuacji znajdują się polskie urzędy, gdyż na dużym obszarze kraju (nieporównywalnie większym niż terytoria poszczególnych państw GV4), jest ich dziesięć, a konieczne jest utrzymywanie wszędzie jednakowego poziomu technicznego i ujednoczonych standardów obsługi klienta. Wszystkie jednostki muszą też być wyposażone w porównywalną aparaturę, dzięki której zrealizowane zostaną zadania ustawowe.

Przedstawiona w tabeli nr 3 statystyka pokazuje zatrzymanie w 2013 r. okresu spowolnienia gospodarczego i wzrost liczby wyrobów zgłaszanych do urzędów krajów GV4. Przedstawiciele państw członkowskich grupy mają zatem nadzieję, że sytuacja ta będzie się nadal utrzymywała.

Na posiedzeniach GV4 często poruszano problem nie honorowania przez niektóre państwa UE cech probierczych naszych krajów, z argumentacją, że w wizerunkach cech probierczych brak jest liczbowego oznaczenia próby (w Polsce dotyczy to jedynie prób dla złota). Alternatywą dla tego typu bariery jest możliwość umieszczania przez wszystkie urzędy GV4 na badanych wyrobach cech Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych (tzw. Konwencji Wiedeńskiej), do której należą wszystkie kraje grupy. Najdłużej, bowiem od 1994 r., należy do niej Republika Czeska, która „przetarła szlak” pozostałym krajom GV4. Kolejno uzyskiwały

Tabela 3. Suma liczby sztuk i masy wyrobów ze złota i srebra w latach 2008–2014 w krajach GV4

Rok	Polska		Czechy		Słowacja		Węgry	
	sztuki	masa (g)	sztuki	masa (g)	sztuki	masa (g)	sztuki	masa (g)
2008	10 507 760	76 927 031	3 948 000	20 687 000	1 443 341	8 251 000	2 639 265	13 959 785
2009	8 281 424	60 929 814	2 878 000	14 675 000	1 159 781	7 486 000	1 826 917	8 968 423
2010	7 208 603	51 170 323	2 309 000	11 826 000	827 965	4 265 000	1 613 734	7 735 220
2011	5 070 132	31 603 465	1 858 000	9 365 000	640 977	2 840 197	1 492 476	6 740 084
2012	4 400 536	24 786 469	1 579 000	8 052 000	522 901	2 262 000	1 194 021	4 757 126
2013	4 293 023	25 518 494	1 524 000	7 626 000	561 276	2 162 000	1 142 802	4 349 173
2014	4 847 498	27 909 639	1 825 000	9 118 000	568 184	2 157 000	1 445 084	5 345 822
spadek/wzrost (2014 do 2013)	+13,0 %	+10,0 %	+20,0 %	+20,0 %	+2,0 %	-0,5 %	+27,0 %	+23,0 %

one status członkowski: Polska w 2005 r., Węgry w 2006 r. i Słowacja w 2007 r. Zaznaczyć należy, że w Polsce i na Słowacji do umieszczania cech konwencyjnych upoważnione są wszystkie urzędy probiercze i ich oddziały, natomiast w Czechach jedynie Urząd w Pradze (podobnie jak na Węgrzech jedyny tamtejszy Urząd Probierczy – w Budapeszcie).

Przedstawiciele krajów GV4 obserwują zjawisko malejącego zainteresowania umieszczaniem cech konwencyjnych na zgłaszanych do badania wyrobach z metali szlachetnych. Potwierdzają to dane statystyczne zamieszczone w tabeli nr 4, dotyczące liczby wyrobów z metali szlachetnych oznaczonych cechami konwencyjnymi w urzędach probierczych GV4 w latach 2009 i 2014.

Małe zainteresowanie oznaczaniem wyrobów cechami konwencyjnymi spowodowane jest koniecznością umieszczenia na zbadanym wyrobie aż czterech oznaczeń tj.: znaku wytwórcy, oznaczenia liczbowego próby, cechy konwencyjnej i indywidualnego

znaku, identyfikującego urząd, w którym badany był wyrób. Szczególnie utrudnione, a wręcz niemożliwe, jest umieszczanie cech konwencyjnych na bardzo małych wyrobach, które trafiają do obrotu w krajach, w których nie wprowadzono progów masy, zwalnających z obowiązku badania i oznaczania cechami (takich limitów nie przewidują również przepisy Konwencji). Wzrostu zainteresowania cechami konwencyjnymi nie spowodował nawet fakt, że od II połowy 2011 r., w szczególnych, uzasadnionych technicznie przypadkach, można nie umieszczać czwartego znaku – informacji liczbowej o próbie. W praktyce umieszczaniem cech konwencyjnych w urzędach krajów GV4 są zainteresowani jedynie eksporterzy wyrobów do Irlandii, Portugalii, Wielkiej Brytanii czy Szwajcarii.

Na posiedzeniach GV4 szerzej i w aspekcie praktycznym omawiane są problemy poruszane równolegle na posiedzeniach Stałego Komitetu Konwencji i Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO). Podstawowy problem stanowi obecnie sprawa odpowiedniego doboru metod badawczych. Należy podkreślić, że w chwili przystępowania krajów Grupy Wyszehradzkiej do Konwencji obowiązujące w krajach członkowskich standardy badań były znacznie wyższe niż obecnie, a przy tym rygorystycznie przestrzegane. Kraje GV4 były zobligowane do zaostrzenia wewnętrznych przepisów w zakresie badania i oznaczania wyrobów z metali szlachetnych, między innymi poprzez eliminację tolerancji ujemnej. Obecnie sytuacja uległa radykalnej zmianie: w większości państw należących

Tabela 4. Liczba wyrobów oznaczonych cechami konwencyjnymi w krajach GV4 w latach 2009–2014

Rok	Czechy	Polska	Słowacja	Węgry	Suma
2009	10 513	1 317	1	4 553	16 384
2010	10 888	4 171	69	2 436	17 564
2011	6 220	3 264	0	3 677	13 161
2012	7 023	4 402	0	6 796	18 221
2013	2 032	10 681	0	10 053	22 766
2014	1 559	6 042	0	11 105	18 706

do Konwencji – poza krajami grupy – powszechne jest ograniczanie liczby badań analitycznych i wydawanie decyzji o próbach wyrobów na podstawie badań przeprowadzonych metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF – analiza ilościowo-jakościowa), po uzyskaniu wewnętrznej akredytacji. Jest to metoda nieniszcząca, badająca powierzchnię stopu, z którego wykonany jest wyrób i z tych przyczyn wyniki uzyskiwane nawet przy zastosowaniu wysokiej klasy spektrometrów nie mogą być miarodajne dla ustalenia rzeczywistej próby stopu. We wszystkich urządzeniach probierczych krajów GV4 metoda fluorescencji rentgenowskiej jest traktowana jako pomocnicza, pozwalająca na uzyskanie dodatkowych informacji i potwierdzenie wyników otrzymanych przez badających metodą przybliżoną, na kamieniu probierczym. W związku z powyższym przedstawiciele państw Grupy, na forum Stałego Komitetu Konwencji oraz IAAO konsekwentnie prezentują negatywne stanowisko w sprawie rezygnacji z metod analitycznych, zgodnych z obowiązującymi normami ISO, na rzecz metody nieniszczącej.

Na każdym posiedzeniu Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO) Przewodniczący Grupy Wyszehradzkiej, pan Martin Nowotny z Pragi, zdaje relację ze spraw poruszanych na posiedzeniach GV4 i przedstawia stanowisko grupy.

W ciągu ostatnich lat wyposażenie urzędów probierczych krajów GV4 nie uległo istotnej zmianie. Podstawowe urządzenia to: wagi o różnej skali dokładności, spektrometry fluorescencji rentgenowskiej, piece kupelacyjne, potencjometry, mikroskopy ze specjalistycznym oprogramowaniem do identyfikacji cech probierczych. Stopień eksploatacji poszczególnych urządzeń uzależniony jest od obciążenia danej jednostki. Najdroższa jest eksploatacja spektrometrów, w których wymiana detektora i lampy rentgenowskiej to koszt prawie połowy nowego urządzenia. Konieczność stosowania nieinwazyjnych metod oznaczania sprawiła, że coraz więcej urzędów kupuje urządzenia do laserowego oznaczania wyrobów. **Polska przewodzi w liczbie posiadanych laserów, bowiem od roku w urządzenia tego rodzaju wyposażone są wszystkie wydziały zamiejscowe OUP.** Dzięki posiadanemu doświadczeniu nasze jednostki udzielają konsultacji pozostałym urządzeniom GV4, w zakresie doboru parametrów urządzeń w chwili ich nabywania oraz późniejszej eksploatacji

(np. w sprawie mocy wiązki w zależności od składu stopu, a także sposobu usuwania zanieczyszczeń z wizerunków cech probierczych pozostałych po laserowym oznaczaniu).

We wszystkich krajach Grupy Wyszehradzkiej, oprócz nadzoru nad rynkiem metali szlachetnych, który polega na badaniu i oznaczaniu zgłaszanych wyrobów, wyspecjalizowane wydziały nadzoru urzędów probierczych przeprowadzają kontrole u podmiotów wytwarzających wyroby z metali szlachetnych lub prowadzących obrót tymi wyrobami. Skuteczność i efektywność kontroli probierczych uzależniona jest m.in. od obowiązujących w danym kraju przepisów. Porównując systemy prawne krajów GV4 można stwierdzić, że jedynie w Polsce występuje obowiązek zawiadomienia kontrolowanych podmiotów o planowanej kontroli, a także ograniczenie jej zakresu, polegające na tym, że oględzinom mogą być poddane jedynie wyroby wystawione do obrotu. Stwarza to sytuację, w której wytwórcy lub sprzedawcy są przygotowani na kontrolę i wystawiają do sprzedaży jedynie wyroby prawidłowo oznaczone. Również system sankcji w Polsce jest znacznie mniej represyjny niż w pozostałych krajach GV4. Nie ma możliwości nałożenia za wykroczenia kar administracyjnych, a grzywny w postaci mandatów karnych wynoszą maksymalnie 500 zł za jedno wykroczenie. W pozostałych krajach GV4 kontrole są niezapowiadane, a wysokość udzielanych kar i nakładanych mandatów może być nawet stukrotnie większa niż w RP. W Czechach, gdzie system kontroli probierczych jest najbardziej restrykcyjny, wprowadzono także możliwość dokonywania tzw. „zakupu kontrolowanego”, co bardzo ułatwia wychwycenie nieprawidłowości w obrocie. Działalność kontrolna urzędów w krajach GV4 obejmuje również e-sprzedaż w obszarze wyrobów z metali szlachetnych. Zagadnienie to było tematem dwóch konferencji organizowanych przez Urząd w Pradze, ostatnio w 2014 r. Wymiana doświadczeń w tym zakresie jest bardzo ważna, bowiem obrót internetowy dynamicznie się rozwija, a wraz z nim rośnie liczba nieprawidłowości. W Polsce urzędy probiercze opracowały i umieściły na swoich stronach internetowych informatory na ten temat, w celu ochrony konsumenta przed zakupem wyrobów, których sprzedaż odbywa się z naruszeniem prawa.

Podsumowując:

- ◆ Wieleletnia współpraca w ramach GV4 sprzyja wymianie doświadczeń dotyczących rozwoju technicznego urzędów i umożliwia praktyczne konsultacje w sprawie doboru wyposażenia. Należy przy tym podkreślić, że krajowe urzędy, które na początku funkcjonowania grupy były bardzo słabo wyposażone w specjalistyczną aparaturę, dziś mogą konkurować pod tym względem z pozostałymi.
- ◆ Członkostwo w Grupie Wyszehradzkiej daje możliwość dzielenia się doświadczeniami w zakresie stosowanych metod badawczych i interpretacji ich wyników. Od lat prowadzone są wymiennie praktyczne szkolenia pracowników.
- ◆ Dzięki dokonanim przed laty uzgodnieniom wszelkie ciekawe, nietypowe lub wątpliwe przypadki nowych technologii lub konstrukcji wyrobów są na bieżąco konsultowane pomiędzy urzędami GV4 za pośrednictwem poczty elektronicznej.
- ◆ Udział w posiedzeniach GV4 stwarza możliwość zapoznawania się ze specyfiką rynków metali szlachetnych w poszczególnych krajach i koniunkturą, jaka panuje tam w danym okresie.
- ◆ Coroczne posiedzenia GV4 pozwalają na podsumowanie działalności urzędów probierczych w każdym kraju członkowskim, za poprzedni rok kalendarzowy. Umożliwiają też wymianę informacji o ewentualnych zmianach prawnych i organizacyjnych oraz dokonanych inwestycjach, ułatwiają przygotowanie prognoz na kolejne lata.

Wesołych Świąt



*Wszystkim Czytelnikom
„Metrologii i Probiernictwa”
życzenia spokojnych i radosnych
Świąt Bożego Narodzenia,
spełnienia marzeń i pomyślności
w Nowym Roku oraz miłych chwil
nad lekturą naszego biuletynu*

*składa
zespół redakcyjny*

Uciekający czas, czyli o jednostce sekundy, pomiarach czasu i nie tylko

Running time – interview on second unit, time measurements and more

Adam Żeberkiewicz (Gabinet Prezesa, GUM)

Z Albinem Czublą, opiekunem państwowego wzorca jednostek miar czasu i częstotliwości, kierownikiem Laboratorium Czasu i Częstotliwości rozmawiamy o tym, jak kiedyś odtwarzano jednostkę czasu, o aktualnych możliwościach pomiarowych GUM w dziedzinie czasu, a także o perspektywach rozwoju jednostki.

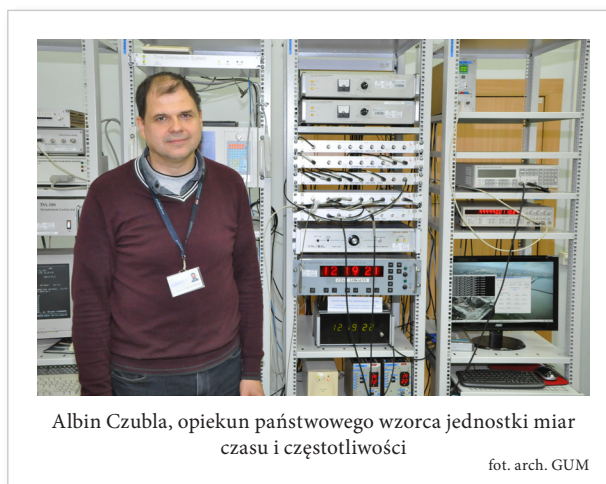
The Bulletin GUM is talking to Mr Albin Czubla, National Time and Frequency Standard Supervisor, the chief of Time and Frequency Laboratory. This interview is focused on how the unit of time was displayed in the past and what are the future prospects connected with development of this unit. Mr Czubla speaks also about actual capabilities of time measurement in GUM and in Poland generally.

– Zaczniemy od budowy wzorca. Z opisu wynika, że jest to układ pomiarowy, który składa się zespołu cezowych wzorców częstotliwości, układu generacji i sterowania UTC(PL) oraz układu porównań zewnętrznych i wewnętrznych. Dlaczego rozmawiamy o wzorcu dwóch jednostek?

– Dlatego, że pomiary czasu pozwalają na dokładne wyznaczenie częstotliwości i odwrotnie – dokładna częstotliwość pozwala dokładnie odmierzать czas. A sam wzorzec państwowy ma w sobie kilka zegarów. Już jeden zegar może być wzorcem czasu i częstotliwości, bo generuje sygnały wzorcowe. Jednak żeby zapewnić ciągłość odtwarzanej skali czasu, a także powiązanie zegarów atomowych z systemem międzynarodowym, potrzeba kilku zegarów, muszą być też systemy dystrybucji czasu, umożliwiające porównanie zegarów na odległość. Konieczne jest również wyznaczanie lokalnie w laboratorium skali czasu UTC (PL). Dopiero te wszystkie elementy razem stanowią wzorzec, który jest spójny pomiarowo z definicją sekundy.

– A jak kiedyś odtwarzano jednostkę czasu?

– Przed erą zegarów atomowych czas był odtwarzany z „zegara” astronomicznego – z obserwacji



Albin Czubla, opiekun państwowego wzorca jednostki miar czasu i częstotliwości

fot. arch. GUM

ruchu wirowego i obiegowego Ziemi. Wówczas zegary wahadłowe albo kwarcowe służyły do przechowywania informacji o czasie, pomiędzy okresami obserwacji astronomicznych. Stąd też wzięło się angielskie pojęcie „keeping time”, czyli utrzymywanie czasu. Do połowy XX wieku jednostkę czasu definiowano jako część doby słonecznej, podzielonej na godziny, a następnie minuty i sekundy. Jednak okazało się, że nie da się dokładnie przewidzieć zmienności ruchu wirowego Ziemi wokół własnej osi w ciągu roku. Ziemia porusza się po elipsie, a to powoduje, że raz wiruje szybciej, a raz wolniej – co uwzględnia się wyliczając średnią dobę słoneczną.

Dodatkowy wpływ ma jednak jeszcze ruch Księżyca, planet i innych ciał niebieskich. W konsekwencji średnia doba słoneczna ma zmienną długość.

Z kolei podział roku zwrotnikowego na 365 i prawie $\frac{1}{4}$ dnia też nie pozwala dokładnie przewidzieć długości sekundy. Okazuje się, że są jeszcze inne zjawiska, które powodują, że Ziemia czasami zwalnia, czasami przyspiesza. Nie da się więc dokładnie modelować tego, co obserwujemy astronomicznie. Podsumowując: do połowy lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku głównym źródłem czasu były obserwacje astronomiczne oparte na monitorowaniu orientacji i fazy ruchu Ziemi. Co jakiś czas Ziemia pozwala obserwować ten sam układ odległych gwiazd.

– **Ale był jakiś przyrząd, który odmierzał czas...**

– Były zegary wahadłowe, np. zegar Shortta, który posiadamy w naszej kolekcji przyrządów historycznych. Jego działanie polegało na tym, że wahadło pracowało w warunkach obniżonego ciśnienia. To nie była wysoka próżnia, ale pozwalała na zminimalizowanie wpływu zakłóceń zewnętrznych. Chociaż był to zegar mechaniczny, ale napędzany elektrycznie, to znaczy jego ruch był podtrzymywany za pomocą przyłożonego napięcia. Następnie zegar główny, bo zegar Shortta składał się z dwóch zegarów, sterował zegarem pomocniczym, który miał wskazówki i możliwość przetwarzania wahnięć na wskazania czasu.

– **Czy to był wzorzec o takiej randze i przeznaczeniu, jak teraz wzorzec państwowy?**

– Zegar ten został zakupiony do Głównego Urzędu Miar w latach dwudziestych ubiegłego wieku. Na pewno służył jako formalne źródło czasu, nadano mu prawdopodobnie jakąś formę etalonu. Ale wtedy było wiele radiowych sygnałów czasu, które pozwalały na porównywanie pracy lokalnych zegarów z tymi sygnałami, a potem również zegarów, które pracowały w obserwatoriach astronomicznych. Tuż przed II wojną światową korzystano już z zegarów kwarcowych, na przykład pierwszy taki zegar pojawił się w GUM jako główny wzorzec w 1938 r. Po wojnie korzystano z zegarów mechanicznych i kwarcowych, dopiero w latach siedemdziesiątych XX wieku pojawiły się w GUM zegary cezowe.



Obecnie działający zegar Shortta w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym. Po lewej stronie: zegar główny, pośrodku: zegar pomocniczy z układem tarcz i wskazówek, po prawej: źródło zasilania zegara i pozostałości po ręcznej pompie próżniowej

fol. Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne

– **Wróćmy do współczesności. Gdybyśmy próbowali stworzyć piramidę spójności jednostki czasu, to jak by ona wyglądała?**

– Na wierzchołku piramidy są fontanny cezowe, które pracują w warunkach temperatury rzędu mikrokelwinów. Są tam silnie schłodzone atomy cezu, wybijane przez światło laserowe. Atomy unoszą się i opadają jak krople fontanny i przechodzą dwukrotnie przez wnękę rezonansową. W fontannach cezowych uwzględnia się również wpływ pola grawitacyjnego, pola magnetycznego, temperatury i koryguje się wartość uzyskiwanej częstotliwości do definicji sekundy. Fontanny cezowe nie pracują w sposób ciągły, można je traktować bardziej jako wzorce częstotliwości, która jest bardzo stabilna. Natomiast żeby odmierzać czas potrzebujemy sygnału ciągłego. A zatem fontanny cezowe stoją w hierarchii nieco wyżej niż zegary komercyjne, ale zegary pracujące w sposób ciągły są non stop porównywane. Pozwalają wyznaczyć bardzo stabilną średnią ważoną. Można

powiedzieć, że fontanny cezowe i zegary komercyjne razem tworzą poziom najwyższego rzędu.

– Ile jest na świecie fontann cezowych i kto jest w ich posiadaniu?

– Jest ich do dwudziestu, z czego około piętnastu bierze regularnie udział w porównaniach międzynarodowych. I są to między innymi fontanny francuskie, brytyjskie, niemieckie, włoskie, rosyjskie, szwajcarskie, japońskie, amerykańskie. Ostatnio również Indie zbudowały swoją wersję fontanny cezowej. Jest też projekt budowy fontann cezowych w Polsce. Zakłada on, że jedna z fontann stanie w Obserwatorium Astrogeodynamicznym Centrum Badań Kosmicznych PAN w Borowcu k. Poznania, a druga w Głównym Urzędzie Miar.

– Wróćmy do piramidy spójności. Co jest niżej?

– Nieco niżej w piramidzie są komercyjne zegary cezowe, takie między innymi posiada GUM. Zegary cezowe odtwarzają definicję sekundy, ale z większą niepewnością niż fontanny cezowe. Nie weryfikujemy, jaki wpływ ma pole magnetyczne, grawitacyjne, albo warunki zasilania na pracę danego zegara. Weryfikacja odbywa się przez długotrwałe porównywanie z innymi zegarami, a dane są przesyłane do oceny do Departamentu Czasu Międzynarodowego Biura Miar. Uwzględnia się tam, czy dany zegar się spieszy czy późni, czy jego wskazanie nie jest przesunięte choćby o ułamek nanosekundy.

Jeszcze niżej są wtórne wzorce częstotliwości: zegary rubidowe, zegary kwarcowe o podwyższonej stabilności, które non stop pracują i mogą być zsynchronizowane z sygnałami zewnętrznymi, np. GPS, czy sygnałami częstotliwości radiowych. Kolejny poziom piramidy zajmują przyrządy, które włącza i wyłącza się okresowo, np. częstościomierze-czasomierze generatory funkcyjne. Na samym dole są przyrządy typowo użytkowe, różnego rodzaju sekundomierze do pomiarów przedziału czasu, nietypowych sygnałów, stosowanych np. przy sprawdzaniu wodomierzy.

– Czy takie właśnie przyrządy są u nas wzorcowane?

– Otrzymujemy do wzorcowania praktycznie każdego rodzaju przyrządy, od zegara cezowego, przez wtórne wzorce częstotliwości, do prostych przyrządów o charakterze użytkowym, wykorzystywanych w procesach produkcyjnych do weryfikacji warunków czy uzyskiwanych parametrów. Naszymi klientami są zarówno laboratoria akredytowane, dla których wzorcujemy wzorce odniesienia, jak i laboratoria badawcze, gdzie wzorcowane są mniej typowe przyrządy, np. „szybkie” kamery do pomiaru czasu, służące do rejestracji obrazu np. w trakcie zderzenia albo wystrzału. Czas odmierza się przez zliczanie klatek oraz weryfikację częstotliwości robienia zdjęć taką kamerą. Z naszego punktu widzenia jest to więc rodzaj sekundomierza, natomiast laboratorium badawcze potrzebuje zweryfikować, czy to mierzące czas urządzenie działa rzeczywiście poprawnie.

– Czy można sobie wyobrazić funkcjonowanie bez państwowego wzorca jednostki miary czasu?

– Byłoby to bardzo trudne. Oczywiście można byłoby czerpać ten wzorzec z innego źródła, na podobnych zasadach, jak radzą sobie okręgowe urzędy miar czy laboratoria akredytowane. Ale państwo potrzebuje również skali czasu, czyli inaczej źródła czasu urzędowego, aby zachować swoją niezależność i nie opierać się na GPS-ie, który jest systemem wojskowym i może być w każdej chwili zakłócony czy wyłączony. Dlatego mamy wzorzec państwowy i swoją skalę czasu UTC(PL). Dzięki temu na poziomie milisekund można synchronizować systemy komputerowe w administracji państwowej poprzez serwery czasu urzędowego. W ten sposób zapewniona jest jednolitość rachuby czasu w całym kraju. Jeżeli wyłączylibyśmy całkowicie wzorzec państwowy, to szybko by się okazało, że go brakuje. Dokładnego czasu potrzebują współczesna bankowość i giełda. Żeby transakcje zostały przeprowadzone prawidłowo, potrzebna jest zgodność czasu co do sekundy.

– A zdarza się tak, że któryś z tych zegarów jest wyłączany na jakiś czas, np. z przyczyn konserwacyjnych?

– W utrzymywaniu zegarów cezowych tworzących państwowy wzorzec czasu i częstotliwości, musimy zachować ciągłość pracy całego układu.

Zegar cezowy zawiera ok. 9 g cezu, który ma przed sobą 9–10 lat normalnej pracy. Zatem tuba cezowa w sposób naturalny się zużywa. Kiedy to nastąpi, trzeba ją wymienić. Trzy zegary cezowe były kupowane na tzw. zakładkę, żeby nie było sytuacji, że wszystkie przestaną działać w jednym momencie. Jeśli więc w jednym zegarze następuje naturalne zużycie tuby cezowej, to dwa pozostałe pracują. Poza tym istotna jest zasada trzech zegarów, to znaczy że porównując je między sobą możemy rozpoznać, który nagle zachowuje się inaczej. Gdyby zegar był tylko jeden, to nawet nie wiedzielibyśmy, że cokolwiek się z nim dzieje. Mając dwa zegary, widzielibyśmy różnicę, ale nie wiedzielibyśmy, w którym zegarze ona wystąpiła. Dlatego ważne, że mamy w GUM grupę zegarów oraz zegary krajowe, które wirtualnie poszerzają możliwości oceny pracy wzorca państwowego i przekazują bezpośrednio jednostkę, od wzorca państwowego dla potrzeb laboratoriów.

– Znaczenie jednostek miar czasu i częstotliwości jest bardzo duże ze względu na szerokie zastosowanie. Częstotliwość jest wykorzystywana do odtwarzania jednostki miary napięcia elektrycznego stałego, jednostki miary długości i pomocniczo w innych dziedzinach pomiarowych...

– Jest jeszcze kwestia wykorzystania sygnałów częstotliwości w telekomunikacji, dzięki czemu jest możliwość przesyłania dużej liczby sygnałów, połączeń telefonicznych. Współczesna technika potrzebuje bardzo dokładnej częstotliwości, bo im ona stabilniejsza, tym mniej szumów, zakłóceń czy błędów w transmisji. Rozwój techniki wiąże się też z produkcją coraz szybszych komputerów i potrzebą istnienia łącz internetowych o coraz większej przepustowości. Rosną też potrzeby nawigacyjne. Jeżeli do synchronizacji systemu GPS używamy komercyjnego zegara cezowego, to przy jego stabilności uzyskujemy dokładność na poziomie kilku, np. trzech, nanosekund. W takim czasie światło przebywa odległość ok. jednego metra. Kiedy mówimy o nawigacji, czyli wykorzystaniu sygnałów wędrujących od satelity do odbiornika na Ziemi, to dokładność będzie na poziomie 10–15 nanosekund, tj. od trzech do pięciu metrów. Coraz więcej mówi się o bezzałogowym transporcie samochodowym czy automatycznym pilocie/kierowcy, który będzie sterował pojazdem. Do tego rozwiązania musimy mieć system, który

pozwole zmieścić się aucie w ramach szerokości pasa. Do tak zaawansowanej nawigacji potrzebne są coraz dokładniejsze zegary.

Rozwój metrologii czasu i częstotliwości z jednej strony umożliwia rozwój nauki, a to z kolei przekłada się na powstawanie coraz doskonalszych systemów nawigacyjnych, połączeń internetowych, czy telefonii komórkowej. Tak więc świat opiera się na dokładnych zegarach. My ich nie widzimy, ale sygnał może być dostarczany na duże odległości i z każdego miejsca – drogą radiową czy światłowodem.

– Jakie są koszty utrzymania tych wszystkich urządzeń tworzących państwowy wzorzec czasu i częstotliwości?

– Główny koszt stanowią zegary atomowe, do tego dochodzą wewnętrzne układy pomiarowe i systemy do satelitarnego transferu czasu. Są to urządzenia specjalistyczne, wysoko stabilne. Całe wyposażenie kosztuje kilka milionów zł. Jeden zegar ma wartość ok. 400 tys. zł. Do tego serwery czasu, różne pomocnicze systemy pomiarowe, dystrybutory czasu i częstotliwości...

...i co jakiś czas wydatek na wymianę jakiegoś elementu, np. tuby cezowej. Wspominaliśmy już, że taka wymiana nie powoduje przerwy w pracy wzorca...

– Czasem pojedynczy zegar jest wyłączany, ale cały układ działa normalnie. Do tego dochodzi jeszcze zasilanie rezerwowe, czyli akumulatornia, która ma na celu utrzymanie ciągłości pracy wtedy, kiedy nie byłoby zasilania zmiennoprądowego. Wiadomo jednak, że z upływem czasu wszystko podlega zużyciu i akumulatory będą musiały być wymieniane, żeby zachować niezawodność. Ich obecna wydajność nie jest na tyle duża, żeby wystarczała na dłuższy okres podtrzymania pracy.

– W jakich porównaniach międzynarodowych uczestniczy GUM?

– W tworzeniu międzynarodowych atomowych skal czasu TAI i UTC – są to porównania kluczowe. W porównaniach, w których bierzemy udział od trzydziestu lat, uczestniczą cztery zegary Laboratorium Czasu i Częstotliwości, a także inne zegary

z Polski, które są porównywane do naszej skali czasu UTC(PL). Początkowo zegary cezowe były transportowane do porównań. Potem pojawiły się systemy radionawigacyjne i dzięki temu zegary można porównywać zdalnie. Były jeszcze porównania przez łączność telewizyjną. Ta metoda polegała na jednoczesnym odbiorze sygnału telewizyjnego w dwóch lokalizacjach i rejestrację konkretnej ramki w sygnale telewizyjnym. Jeśli uwzględniono się położenie nadajnika i odbiornika radiotelewizyjnego, można było wyliczyć, jaka jest różnica pomiędzy skalami czasu, czy jednym a drugim zegarem. Obecnie dokładnie tak samo działa system GPS.

– Jak często takie porównania się odbywają?

– Czas jest rzeczą dynamiczną, zatem dzieje się to non stop. Przez 24 godziny na dobę bierzemy udział w porównaniach kluczowych, a wyniki pomiaru są wysyłane automatycznie codziennie. Ponadto raz na miesiąc sporządzane są zbiorcze zestawienia różnic naszych zegarów oraz zegarów krajowych w Polsce względem skali czasu UTC(PL) i przesyłane do BIPM. Porównania zdalne dotyczą skali czasu UTC(PL), pozostałe porównania mają charakter lokalny. W wyniku porównań kluczowych uzyskujemy informację, jaka jest różnica między skalą czasu UTC a czasem UTC(PL). W ten sposób możemy wyznaczyć, jak odtwarza jednostkę czasu zegar atomowy – nasz, lub należący do jednego z laboratoriów, które się z nami porównuje, biorąc jednocześnie udział w porównaniach kluczowych. Są jeszcze zegary w ośrodkach metrologii wojskowej (Centralnym Wojskowym Ośrodku Metrologii i Specjalistycznym Wojskowym Ośrodku Metrologii), Instytucie Łączności, telekomunikacji, Centrum Badań Kosmicznych. GUM ma tylko cztery zegary, ale łącznie w Polsce jest ich około piętnaście. Mają one spójność pomiarową przez powiązanie do UTC(PL).

– Niedawno w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu zbudowano pierwszy w Polsce optyczny zegar atomowy. Czy to oznacza, że GUM traci monopol na posiadanie najdokładniejszego wzorca czasu?

– Przede wszystkim optyczny zegar atomowy nie pracuje non stop przez długi czas, a jedynie okre-

sowo. Zegar sam nie generuje częstotliwości, tylko pozwala porównać częstotliwość zewnętrzną do częstotliwości przejść optycznych. Zegar optyczny nie generuje też wzorcowych sygnałów częstotliwości i czasu. Nie zapewnia więc ciągłości pracy. Może być wykorzystywany do korekty zegarów pracujących w sposób ciągły, które mogłyby wyznaczać ciągłą skalę czasu i w ten sposób być wzorcem częstotliwości. Rola zegarów optycznych jest taka sama jak fontann cezowych, które też same nie tworzą wzorca czasu i częstotliwości, natomiast pozwalają sterować innym zegarem i korygować jego wskazania do przejść w schłodzonych atomach cezu (w przypadku fontanny cezowej), czy do przejść optycznych w atomach strontu (w toruńskim zegarze optycznym).

Nie można zatem mówić, że tracimy monopol. Raczej zyskujemy możliwość krajowego „dowiązania się” do nowo rozwijanych wzorców optycznych. Jeżeli fontanna cezowa stanie w Głównym Urzędzie Miar, to zyskamy możliwość lepszego „dowiązania się” do definicji sekundy, bo będziemy brać udział nie tylko w porównaniach kluczowych. Chodzi tu zarówno o pracę zegarów, jak i sprawę transferu czasu. Porównanie zegarów za pomocą systemu GPS ma pewne ograniczenia, jeśli chodzi o pomiary w czasie rzeczywistym. Są to pomiary wykonywane na bieżąco, a ich dokładna analiza jest możliwa po kilku dniach.

Natomiast do porównań zegarów na wyższym poziomie wykorzystuje się światłowody. Techniki światłowodowe do pomiaru czasu są rozwijane również w Polsce. GUM współpracuje w tym zakresie z AGH. W tej chwili utrzymujemy łącznie światłowodowe o długości 420 km między GUM a CBK PAN w Borowcu i, przy transmisji sygnału mikrofalowego, jest to jedna z najlepszych na świecie metod transferu czasu. Możemy porównywać wzorce, które są fizycznie odległe o 270 km tak jakby stały obok siebie w tym samym laboratorium. Do porównań wzorców optycznych również używa się światłowodów. To pozwala wejść na wyższy poziom dokładności transferu czasu niż umożliwiają to systemy satelitarne. W ten sposób otrzymujemy informacje na bieżąco. Właściwie w chwili pomiaru wiemy, jaka jest różnica pomiędzy porównywanymi zegarami.

– O jakich projektach, w których uczestniczymy, moglibyśmy jeszcze powiedzieć?

– Na pewno ciekawym projektem realizowanym w ramach EURAMET-u jest monitorowanie charakterystyk systemów do zdalnego transferu czasu. W projekcie tym bierze udział część NMIs i DIs, a my jesteśmy jego koordynatorem. Wraz z AGH zbudowaliśmy też specjalizowany wzorzec do porównań przedziału czasu. Ma on być użyty w porównaniach EURAMET-u.

Staraliśmy się brać udział w różnego typu przedsięwzięciach, takich na przykład jak tworzenie sieci porównań krajowych. Wszystkie zegary atomowe w Polsce są porównywane w ramach tworzenia niezależnej polskiej atomowej skali czasu TA(PL). I to daje każdemu uczestnikowi tych porównań informację o bieżącej pracy zegara, a dla nas jest bardzo przydatne, żebyśmy ocenili, czy nie dzieje się coś nietypowego i by można było zareagować natychmiast, a nie po miesiącu, kiedy pojawią się dane.

Taka współpraca sięga także poza granice kraju. Współpracowaliśmy z Łotwą, która z przyczyn ekonomicznych zamknęła laboratorium czasu, aktualnie współpracujemy z Litwą. Ich zegary są porównywane z naszymi i wykorzystywane do wyliczania TA(PL).

– ***Czy powstanie zegara optycznego będzie się wiązało z redefinicją sekundy?***

– Tak, chociaż ta redefinicja będzie trwała jeszcze przez co najmniej kilkanaście lat, dlatego że najpierw muszą być ustalone relacje pomiędzy aktualną definicją sekundy a poszczególnymi częstotliwościami optycznymi, wzajemne relacje pomiędzy częstotliwościami optycznymi różnych wzorców, a także czy wzorce optyczne w różnych państwach zgadzają się ze sobą – w ramach przypisanej im niepewności. Dopiero, kiedy uda się uzyskać pełną zgodność pomiarów i będą dobrze wyznaczone proporcje między częstotliwościami różnych wzorców, będzie można przyjąć za nominalną jedną z częstotliwości przejścia optycznego wybranego atomu, a pozostałe przyjmie się z jakąś niepewnością.

Będzie to przejście do definicji o dużo mniejszej niepewności. Trzeba to jednak tak uzgodnić, żeby

zachować ciągłość wartości jednostki i mieć pewność w tym względzie. Młyny międzynarodowej administracji miar miały wolno, ale także dlatego, żeby przedwcześnie nie uznać czegoś, co nie będzie dobrym wzorcem.

Dzięki powstaniu zegara optycznego w Toruniu i budowie fontann cezowych w Polsce, nasz kraj będzie mógł się włączyć do prac nad nową definicją sekundy. Być może w ciągu dwóch lat pojawi się w GUM fontanna cezowa i będziemy mogli porównać jej częstotliwość z częstotliwością zegara optycznego oraz dodać swój wkład do weryfikacji wartości częstotliwości optycznej.

– ***Można powiedzieć, że próbując wyznaczyć możliwie najdokładniejszy czas, nieustannie się z nim ścigamy, tak jak biegacz próbujący pobić rekord świata.***

– To prawda, czas jest dynamiczny. Nigdy nie można uznać, że ufamy wystarczająco danemu zegarowi. Zegar, który nie jest porównywany, traci swoją wiarygodność. Można powiedzieć, że w ciągu dziesięciu lat podnosimy stabilność zegarów o jeden rząd wielkości. Przykładowo, moi starsi koledzy walczyli o dokładność w mikrosekundach, my walczymy już o nanosekundy, a nawet schodzimy poniżej tej wielkości. Są to stabilności na poziomie $1 \cdot 10^{-14}$ w przypadku komercyjnych zegarów cezowych, a w przypadku fontann cezowych – $1 \cdot 10^{-16}$, zegarów optycznych – $1 \cdot 10^{-18}$. Gdybyśmy zegar cezowy przesunęli o 100 m w górę, to zobaczymy, że jego wskazanie wyraźnie przyspieszyło. W przypadku fontanny cezowej – o 1 metr. Jeżeli dokładność jeszcze zwiększymy, to może się okazać, że ten sam zegar przesunięty o jeden-dwa centymetry zauważalnie zmieni swoje wskazanie. Zmianę prędkości upływu czasu widzimy dopiero dzięki pomiarom, bo na co dzień jej nie odczuwamy.

Dziękuję za rozmowę.

„Metrologia” w snach „Metrology” in dreams

wybór i opracowanie: **Karol Markiewicz**

Niniejszy tekst jest próbą pokazania, że miary i pomiary są obecne w życiu codziennym każdego z nas, nie tylko na jawie. Zdarza się, że o tym śnimy. Czy ma to jakiegokolwiek znaczenie? Są tacy, którzy twierdzą, że tak. Poniżej przedstawiono wybrane przykłady znaczenia snów „metrologicznych”. Wybór ograniczono co do zasady tylko do pozytywnych znaczeń. Jednocześnie bardzo proszę potraktować niniejszy wybór znaczeń sennych z przymrużeniem oka. Należy przecież pamiętać, że jak podaje dr Marek Łyp [2], nie istnieją jednoznaczne interpretacje marzeń sennych i zawsze przy tym trzeba uwzględniać indywidualność osoby śniącej oraz jej potrzeby, motyw, czy wartości. W wielu sennikach można znaleźć różne wyjaśnienia tych samych obrazów sennych, czego przykłady znajdą Państwo i w poniższym, z konieczności ograniczonym, wyborze.

The text presents in very brief and basic way the meaning of measures and measurement in your dreams. It is another proof that the Metrology is present in our daily life and not only in our waking life. However, the article should be taken with a pinch of salt. One should remember that there is no one and clear interpretation of a dream. In other words, there is no “one dream interpretation fits all.” [6] In many dream-books you can find different meaning of the same symbol from your dream. Besides, any interpretation of any dream ought to take into consideration i.a. individual needs, motives and values.

Czas we śnie

- Widzieć zegar** – zbliża się rozstrzygająca chwila;
- Zegarek na rękę** – otrzymasz dobrą wiadomość/osiągniesz bogactwo/powodzenie w interesach;
- Słyszeć uderzenia zegara** – stoisz przed ważną życiową decyzją;
- Cofnąć wskazówkę zegara** – pewna sprawa potoczy się szybciej, niż sądzisz;
- Przesunąć wskazówkę do przodu** – na spełnienie Twoich życzeń lub marzeń trzeba będzie jeszcze poczekać;
- Jeżeli zegar stanie** – nieoczekiwany koniec jakiejś sprawy lub znajomości;
- Klepsydra** – symbolizuje upływający czas;
- Odwracać klepsydre** – rozpocznie się nowy etap w Twoim życiu.

Masa we śnie

- Kiedy **widzisz wagę**, to być może wygrasz jakiś proces lub najbliższa przyszłość przyniesie ważne dla Ciebie rozstrzygnięcia. Ale też, poświęć więcej czasu swojej rodzinie, którą ostatnio zaniedbujesz;
- Jeśli starasz się **wagę wytarować**, to dokonasz właściwego wyboru;
- Gdy po prostu **ważysz na wadze**, to podejmiesz wyjątkowo trafną decyzję/odniesiesz sukces;
- Ważyc siebie** – może oznaczać strach przed tym, jak Cię widzą i oceniają inni. Ale też, chciałbyś być szanowany przez innych, a ciągle czujesz się nikim, więc popracuj nad swoją samooceną;
- Dźwigać ciężar** – dręczą Cię poważne troski, ale mimo ciężaru smutków i niepokoju, przezwycięzysz te problemy i osiągniesz sukces;
- Podnosić, dźwigać ciężary** – rozwiążesz niedokończone sprawy;
- Kiedy ciężko sam pracujesz** – spodziewaj się sukcesu w przyszłych przedsięwzięciach.

Objętość we śnie

Garść zboża – radośnie spędzony czas;

Pełna beczka – nadejdą lepsze czasy; możesz liczyć na pomyślność i radosne wydarzenie;

Toczyć beczkę przed sobą – otrzymasz korzystne zajęcie;

Butelka wypełniona do połowy przezroczystym płynem – dobry sen, także szczęście w miłości;

Butelka z winem – bogactwo i dobrobyt;

Butelka z wodą – pozytywne widoki na przyszłość;

Słoik wypełniony żywnością – odwzajemniona miłość;

Pełen zbiornik – życie w dostatku, pewna przyszłość;

Zbiornik z czystą wodą – klarowna przyszłość.

Długość we śnie

Duża stopa – dostatek;

Linijka może symbolizować odmierzanie upływającego czasu i stosowny moment na przemyślenie swojego życia i wprowadzenie zmian. Zadbaj o siebie i swoje zdrowie;

Linijka szkolna – ucz się całe życie;

Mierzyć obwód swojego pasa - oznacza pragnienie zmiany swojego nastawienia do życia;

Mierzyć linijką – należy zmienić swoje nawyki.

Temperatura i ciśnienie we śnie

Barometr – nadchodzi pozytywna przemiana w interesach;

Jeśli słupek rtęci w termometrze podnosi się – poradzisz sobie w interesach.

Mierzyć we śnie

Mierzyć, odmierzyć coś – należy zachować ostrożność i nieufność w jakiejś sprawie;

Mierzyć się z kimś – będziesz mieć konkurenta albo rywala;

Posługiwać się miarką – osiągniętą granicę można będzie przekroczyć, lecz nie bez szkód/niczego nie odkładaj na później, by nie przegapić ważnych spraw.

Literatura:

- [1] Goldberg E., Sennik. *Wielka księga snów. Symbolika i znaczenie*, REA s.j., Warszawa 2007.
- [2] Łyp M., *Czarodziej snów. O sensie snów i interpretacji treści sennych*, Instytut Psychologii Stosowanej i PRIMAREK Extraordinary Service, Warszawa – Łódź, 2011.
- [3] <http://sennik-mistyczny.pl/>
- [4] <http://www.sennik.biz/sennik>
- [5] <http://www.ksiega-snu.pl/>
- [6] <http://www.dreammoods.com/dreamdictionary/>

Publikacje pracowników GUM w wydawnictwach naukowych w roku 2015

Scientific publications of GUM in 2015

Prezentacja publikacji, których autorami są pracownicy GUM. Artykuły bądź prace o charakterze naukowym ukazały się w polskich i zagranicznych wydawnictwach naukowych.

Publications, whose authors are employees of GUM. Articles or scientific works were published in Polish and foreign scientific journals.

Zagraniczne

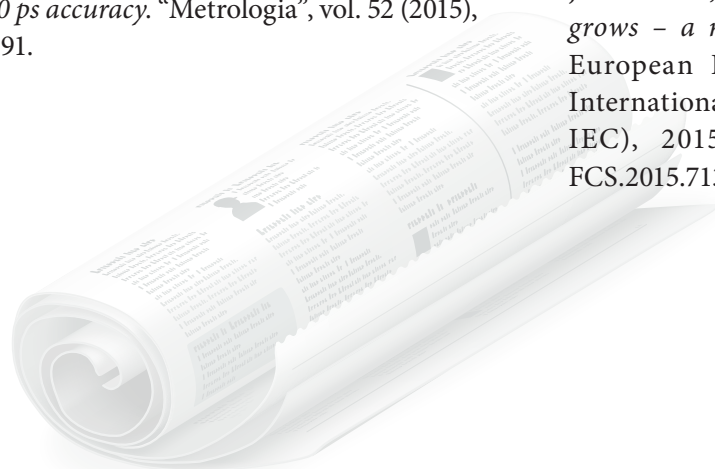
1. **Paweł Fotowicz**, *Modified Monte Carlo Method for Calculating the Expanded Measurement Uncertainty*. Series of Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 352. Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques. Springer International Publishing 2015, s. 67-74.
2. V. Faghihi, **Marek Kozicki**, A. T. Aerts-Bijma, H. G. Jansen, J. J. Spriensma, A. Peruzzi and H. A. J. Meijer, *Accurate experimental determination of the isotope effects on the triple point temperature of water. II. Combined dependence on the ^{18}O and ^{17}O abundances*. "Metrologia", vol. 52 (2015), s. 827-834.
3. Z. Jiang, **Albin Czubła**, J. Nawrocki, W. Lewandowski, E. F. Arias, *Comparing a GPS time link calibration with an optical fibre self-calibration with 200 ps accuracy*. "Metrologia", vol. 52 (2015), s. 384-391.

Krajowe

1. **Paweł Fotowicz**, *Application of bias randomization in evaluation of measuring instrument capability*. "Metrology and Measurement Systems", vol. XXII (2015), nr 4, s. 513-520.
2. **Piotr Sosnowski**, *Zastosowanie fotodiody kwadrantowej do precyzyjnego justowania interferometru laserowego*. „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 12 (2015), s. 288-291.

Sympozja

1. L. Buczek, J. Kolodziej, P. Krehlik, M. Lipinski, L. Sliwczynski, A. Binczewski, W. Bogacki, P. Ostapowicz, M. Stroinski, K. Turza, P. Dunst, D. Lemanski, J. Nawrocki, P. Nogas, **Albin Czubła**, W. Adamowicz, J. Igalson, T. Pawszak, J. Pieczerak, M. Zawada, *OPTIME – the system grows – a new 330 km line*. Proceedings of European Frequency and Time Forum & International Frequency Symposium (EFTF/IEC), 2015 Joint, IEEE, DOI: 10.1109/FCS.2015.7138912, s. 583-586.



Z żałobnej karty

Śp. CZESŁAW JABŁOŃSKI
długoletni pracownik Głównego Urzędu Miar



W dniu 13 października 2015 r. w wieku 103 lat zmarł długoletni pracownik Głównego Urzędu Miar, pan Czesław Jabłoński.

Pan Jabłoński całe życie zawodowe poświęcił administracji miar. Pracę w GUM rozpoczął 1 września 1929 r. jako pomocniczy mechanik. Po trzech latach awansował na mechanika precyzyjnego i na tym stanowisku pracował do wybuchu wojny. W czasie II wojny światowej należał do Samodzielnej Grupy Operacyjnej „Polesie”, biorąc udział m.in. w bitwie pod Kockiem. Po kapitulacji dostał się do niewoli niemieckiej. W 1941 r. zbiegł z obozu jenieckiego i przedostał się do Warszawy, gdzie ukrywał się przez 3 lata.

Po zakończeniu wojny wrócił do pracy w Głównym Urzędzie Miar, włączając się w proces odbudowy gmachu, przywracanie maszyn do pracy i organizację zakładów mechanicznych. Od 1946 r. do przejścia na emeryturę w 1977 r. Czesław Jabłoński zajmował kolejno stanowiska: intendenta warsztatowego, starszego mechanika precyzyjnego, kierownika warsztatu stempli legalizacyjnych, a po zdaniu egzaminu na Majstra Mechaniki Precyzyjnej został starszym majstrem w Zakładach Mechanicznych, a później technologiem.

W 2013 r. podczas uroczystości Światowego Dnia Metrologii otrzymał życzenia z okazji 100-lecia urodzin.

Cześć Jego pamięci!

KALENDARIUM NADCHODZĄCYCH WYDARZEŃ 2016

Luty	
3-4	Warszawa, GUM – Spotkanie przedstawicieli Komitetu Technicznego EURAMET ds. Fotometrii i Radiometrii, z udziałem pracowników Głównego Urzędu Miar.
Marzec	
9-11	Wrocław, Uniwersytet Wrocławski – 11. Seminarium na temat mikroskopii elektronowej. 7. Seminarium dotyczące nanowzorcowania – „Wzorce i metody. Pomiar długości i pokrewne w zakresie mikro- i nanometrów”. Współorganizatorami seminariów są: Uniwersytet Wrocławski, PTB i Główny Urząd Miar.
27/28	Zmiana czasu zimowego na letni.
Kwiecień	
12-14	Warszawa, Centrum MT Polska – 18. edycja Międzynarodowych Targów Analityki i Technik Pomiarowych EuroLab. W targach bierze udział Główny Urząd Miar.

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

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

1966–2016

5



lat

Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI) w Polsce

1966 – przyjęcie Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI) w Polsce

Jednostki podstawowe SI:

metr (m)

jest to długość drogi przebytej przez światło w próżni w czasie $1/299\,792\,458$ sekundy



kilogram (kg)

jest jednostką masy, która jest równa masie międzynarodowego prototypu kilograma



sekunda (s)

jest to czas trwania $9\,192\,631\,770$ okresów promieniowania odpowiadającego przejściu między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu cezu 133



amper (A)

jest takim prądem elektrycznym stałym, który płynąc w dwóch równoległych, prostoliniowych, przewodnikach o nieskończonej długości i pomijalnie małym przekroju poprzecznym kołowym, umieszczonych w odległości 1 metra od siebie w próżni, wywołuje między tymi przewodnikami siłę o wartości $2 \cdot 10^{-7}$ niutona na metr długości przewodu



kelwin (K)

jednostka temperatury termodynamicznej, jest $1/273,16$ temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody



mol (mol)

jest to liczność materii układu, która zawiera tyle podstawowych indywidualiów, ile jest atomów w $0,012$ kg węgla 12 ; przy stosowaniu jednostki mol trzeba określić podstawowe indywidualia: atomy, cząsteczki, jony, elektrony, inne cząstki lub określone grupy takich cząstek



kandela (cd)

jest to światłość źródła emitującego w określonym kierunku promieniowanie monochromatyczne o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ herców i natężeniu promieniowania $1/683$ wata na steradian

