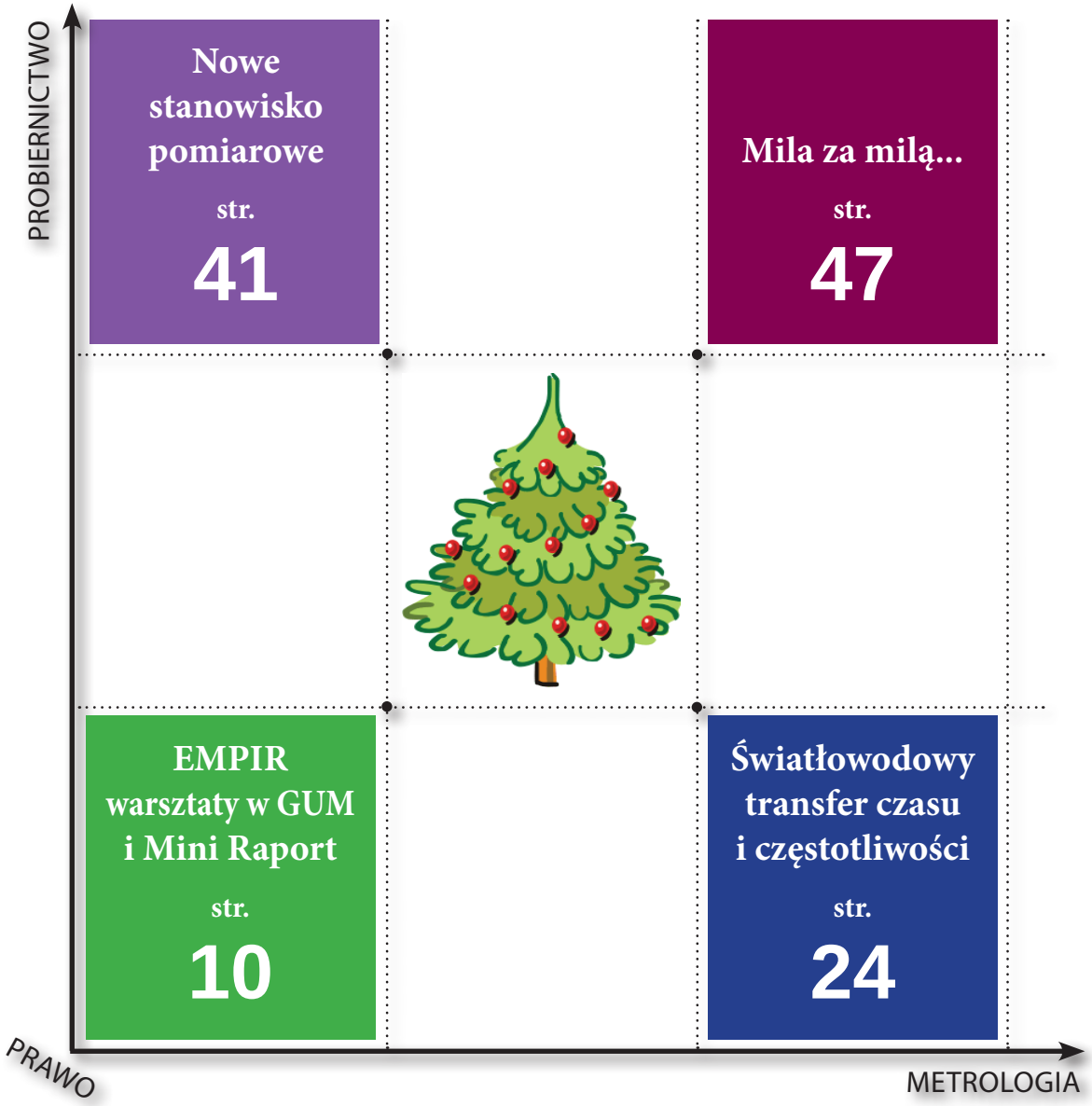
Mierzymy dla Wszystkich od 1919 r.

METROLOGIA I PROBIERNICTWO

ISSN 2300-8806 Biuletyn Głównego Urzędu Miar nr 3(3)/2013



Znajdziesz nas także na www.gum.gov.pl

W numerze:

4-18
Wydarzenia

19-34
Technika i pomiary

- Pomiary długich płytek wzorcowych na zmodernizowanym stanowisku pomiarowym z interferometrem laserowym
- Zaawansowane metody wzorcowania obciążeń przekładników
- Precyzyjny światłowodowy transfer czasu i częstotliwości w relacji GUM-AOS (420 km)
- Modernizacja przesuwu karetki pomiarowej na stanowisku komparatora interferencyjnego do wzorcowania wzorców kreskowych
- Pomiary refraktometryczne w GUM

35-40
Współpraca

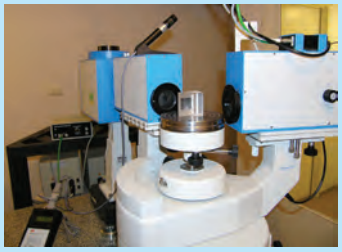
- Rola NMI w zachowaniu spójności pomiarowej

41-43
Prawna kontrola metrologiczna

- Utworzenie stanowiska do sprawdzania wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy z zasilaniem grawitacyjnym

44-48
Terminologia

- Probiernictwo – terminologia
- Mila za milą…



- Badanie wyrobów ze stopów metali szlachetnych

49-51
Probiernictwo

Wydawca: GŁÓWNY URZĄD MIAR
ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa, tel.: 22 581 93 99, fax: 22 581 93 92

Redakcja: Karol Markiewicz (red. naczelny), Adam Żeberkiewicz (sekretarz red.), Magdalena Ulaczyk (Probiernictwo), dr Jerzy Borzymiński (Terminologia), dr Paweł Fotowicz (Technika i pomiary), Aniceta Imiełowska (Czy wiesz, że), Agnieszka Goszczyńska (Wydarzenia), Joanna Sękala (Współpraca), Tadeusz Lach (Prawna kontrola metrologiczna)

Zdjęcia: Maciej Koszarny, archiwum GUM, OUP Warszawa, OUP Kraków, OUM Kraków, OUM Łódź

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

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

52-55
Czy wiesz, że…?

Szanowni Państwo,

to już trzeci i ostatni w tym roku numer „Metrologii i Probiernictwa" jaki mam przyjemność Państwu przedstawić. Numer szczególny, co najmniej z dwóch powodów.

Po pierwsze, piszemy w nim o niedawno odbytych w GUM warsztatach o nazwie „Udział Polski w Europejskich Programach Metrologicznych EMRP i EMPIR". Ich organizacja była możliwa dzięki wsparciu m.in. ze strony EURAMET – organizacji zarządzającej realizacją programu EMRP i inicjującej następny program – EMPIR. W tym miejscu składamy podziękowanie dla p. dr. Jörna Stengera, Wiceprzewodniczącego EURAMET oraz Pana Michaela Hucha, Koordynatora Wspólnych Projektów. Zachęcamy do przeczytania informacji o warsztatach zamieszczonej na str. 10. Co ważne, znajdą tam Państwo także opracowanie dotyczące EMRP i EMPIR, które mam nadzieję będzie pomocne dla wszystkich instytucji chcących uczestniczyć w nowym programie badawczym. Czekamy też na Państwa pytania o program pod wskazanym w tekście adresem mailowym. O wadze warsztatów świadczą też patronaty, których udzielili Wiceprezes Rady Ministrów i Minister Gospodarki Pan Janusz Piechociński oraz Pan prof. Michał Kleiber, Prezes PAN. Bardzo dziękujemy!

Jak widać, GUM uczestniczy w projektach współfinansowanych przez Unię Europejską i ma ambicję stania się krajowym ośrodkiem integrującym polską naukę wokół badań metrologicznych w ramach EMPIR. Jak zauważyła, otwierając warsztaty, Prezes GUM Pani Janina Maria Popowska:

„Bardzo ważne jest, aby prowadzenie prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie metrologii odbywało się na gruncie jak najlepszej współpracy z innymi instytucjami w Polsce i zagranicą. To przecież właśnie wielostronne, międzynarodowe, wspólne projekty badawcze są najbardziej doceniane i promowane w ramach realizacji EMRP."

Drugi powód wyjątkowości trzeciego numeru wiąże się z końcem roku i okresem świąteczno-noworocznym. W tym szczególnym czasie chcielibyśmy złożyć Państwu najlepsze życzenia. O tym, czego życzymy naszym czytelnikom, można przeczytać na str. 5 Biuletynu.

Ponadto, w numerze znajdą Państwo wiele interesujących artykułów w każdym ze stałych działów Biuletynu jak choćby na str. 8 relację z odbyłego w GUM posiedzenia Komitetu Technicznego EURAMET ds. Elektryczności i Magnetyzmu (TC-EM).

Na zakończenie pozwalam sobie żywić nadzieję, że spotkamy się w czasie obchodów jubileuszu 95-lecia GUM oraz Światowego Dnia Metrologii, czyli „podwójnego" święta polskiej administracji miar, w dniu 20 maja 2014 r.

Karol Markiewicz
Redaktor naczelny

7-9.08 → **Konsultacje techniczno-metrologiczne w Niemieckim Instytucie Metrologicznym**

W konsultacjach dotyczących prowadzenia pomiarów konduktometrycznych metodą podstawową, które odbywały się w PTB w Brunszwiku wzięły udział panie: Joanna Dumańska-Kulpa i Anna Pietrzak, pracownice Laboratorium Elektrochemii Zakładu Fizykochemii GUM. Badania objęły m.in. porównanie dwustronne przewodności elektrycznej właściwej roztworów sporządzonych oraz wywzorcowanych w GUM. Bardzo dobra zgodność wyników dwustronnego porównania potwierdza zdolności pomiarowe układu GUM w pomiarach przewodności elektrycznej właściwej roztworów o wysokich wartościach przewodności.

16-17.09 → **Posiedzenia Stowarzyszeń Urzędów Probierczych**

Z udziałem m.in. dyrektorów OUP w Krakowie – Pani Aleksandry Górkiewicz-Maliny i OUP w Warszawie – Pani Marii Ulaczyk, w Lizbonie odbyły się: 73. Posiedzenie Stałego Komitetu Konwencji o Kontroli i Cechowaniu Wyrobów z Metali Szlachetnych, a także Posiedzenie Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO). Więcej na ten temat przeczytasz na stronie www.gum.gov.pl .

1.10 → **Wejście w życie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 27 sierpnia 2013 r. w sprawie kryteriów i warunków technicznych, którym muszą odpowiadać kasy rejestrujące (dz. u. poz. 1076)**

3 września w siedzibie Głównego Urzędu Miar odbyło się spotkanie poświęcone nowemu rozporządzeniu dotyczącego kas rejestrujących. Tekst tego aktu jest dostępny w bazie Internetowego Systemu Aktów Prawnych: http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20130001076

4-6.10 → **OUP Warszawa na Targach Biżuterii i Zegarków „Złoto Srebro Czas"**

Okręgowy Urząd Probierczy w Warszawie wziął udział w Targach Biżuterii i Zegarków „Złoto Srebro Czas", odbywających się warszawskim centrum EXPO XXI.
Klienci stoiska otrzymywali tabele z wizerunkami obowiązujących cech probierczych oraz materiały informacyjne, dotyczące przepisów prawa probierczego w innych krajach UE. Pracownicy Wydziału Nadzoru OUP przekazywali informacje na temat kontroli probierczych, identyfikacji cech probierczych oraz spraw związanych z rejestracją znaków imiennych. Dużym powodzeniem cieszyło się stanowisko do badania wyrobów z metali szlachetnych metodą przybliżoną na kamieniu probierczym, co umożliwiało wszystkim zainteresowanym sprawdzenie prób posiadanej biżuterii.

7-11.10 → **Spotkanie członków CIML w Wietnamie**

W Ho Chi Minh z udziałem Wiceprezes GUM ds. Metrologii Prawnej Pani Doroty Habich odbyło się 48. Posiedzenie Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej (CIML). Podczas posiedzenia Komitet podjął uchwałę o zatwierdzeniu końcowego projektu „Międzynarodowego Słownika Metrologii Prawnej" (VIML). Kolejne projekty Słownika, włącznie z końcowym, opracowane zostały w GUM przez dr. J. Borzymińskiego. W wyrazie uznania wobec polskich zasług dla wspólnego sukcesu Przewodniczący Międzynarodowego Komitetu Metrologii Prawnej, a jednocześnie Dyrektor Naczelny NMO z Wielkiej Brytanii Pan Peter Mason złożył gratulacje na ręce Pani wiceprezes Habich.

14-18.10 → **Międzynarodowe Sympozjum Termometryczne TEMPMEKO 2013**

W Funchal na Maderze odbyło się Międzynarodowe Sympozjum Termometryczne (*Symposium on Temperature and Thermal Measurements Industry and Science*) TEMPMEKO 2013. To najbardziej znaczące wydarzenie o zasięgu ogólnoświatowym w obszarach termometrii, właściwości termofizycznych i wilgotności, prezentujące najnowsze osiągnięcia nauki i zastosowań w tych dziedzinach. Dzięki znacznemu (91 %) wsparciu funduszu Europejskiego Programu Badań Naukowych w Metrologii (EMRP) w spotkaniu wzięło udział 4 pracowników Zakładu Fizykochemii GUM, autorów lub współautorów prezentowanych referatów.

16-18.10 → **7 spotkanie członków Komitetu Technicznego EURAMET ds. Elektryczności i Magnetyzmu (TC-EM)**

W GUM odbyło się spotkanie z udziałem przedstawicieli 25 krajów, zasiadających w Komitecie Technicznym ds. Elektryczności i Magnetyzmu, który stanowi forum współpracy naukowej i technicznej w dziedzinie wielkości elektrycznych. Relacja z tego wydarzenia na str. 8.

17.10 → **Obchody 50-lecia działalności Centralnego Wojskowego Ośrodka Metrologii**

W Centrum Konferencyjnym Wojska Polskiego w Warszawie odbyła się uroczysta zbiórka żołnierzy zawodowych i pracowników wojska CWOM. Wśród zaproszonych gości była Prezes GUM Pani Janina Maria Popowska.

23.10 → **Spotkanie Polsko-Kirgiskiej Komisji Międzyrządowej ds. Współpracy Gospodarczej z udziałem przedstawicieli GUM**

W Ministerstwie Gospodarki odbyło się spotkanie z udziałem reprezentantów GUM w ramach III posiedzenia Polsko-Kirgiskiej Komisji Międzyrządowej ds. Współpracy Gospodarczej. W GUM planowana jest organizacja szkolenia specjalistów kirgiskich w dziedzinie prawnej kontroli metrologicznej i kontroli towarów paczkowanych.

23.10 → **Seminarium w Głównym Urzędzie Miar**

Głównym punktem seminarium był referat p. Danuty Dobrowolskiej z Laboratorium Akustyki i Drgań pt. „Sposób uwzględniania wpływu charakterystyk metrologicznych przyrządu na niepewność pomiaru na przykładzie aparatury akustycznej stosowanej do pomiaru hałasu."

23-24.10 → 10 posiedzenie Dyrektorów NMI i Przedstawicieli Państw Konwencji Metrycznej, BIPM, Paryż

Relacja z tego spotkania na str. 7.

27.10 → Przejście na czas zimowy

W nocy z soboty na niedzielę, tj. z 26 na 27 października o godzinie 3:00, na mocy rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 5 stycznia 2012 r. w sprawie wprowadzenia i odwołania czasu letniego środkowoeuropejskiego w latach 2012–2016 (Dz. U. z 2012 r. poz. 33) wydanego na podstawie art. 3 ustawy z dnia 10 grudnia 2003 r. o czasie urzędowym na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej (Dz. U. z 2004 r. Nr 16, poz. 144) nastąpiło odwołanie czasu letniego środkowoeuropejskiego.

1.11 → Jubileusz 20-lecia Czeskiego Instytutu Metrologii (ČMI)

Więcej na ten temat czytaj na str. 6.

5.11 → Warsztaty GUM na temat Europejskich Programów Metrologicznych

W siedzibie GUM zorganizowano warsztaty „Udział Polski w Europejskich Programach Metrologicznych – EMRP i EMPIR". Ich celem było podsumowanie dotychczasowego uczestnictwa Polski w programie EMRP oraz przekazanie krajowym ośrodkom metrologicznym aktualnych informacji na temat nowego programu badań w metrologii – EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research), który rozpocznie się w II poł. 2014 r. Referaty wygłosili m.in. p. Michael Huch – przedstawiciel organizacji EURAMET oraz polscy uczestnicy projektów badawczych, w tym reprezentanci GUM i instytucji desygnowanych (DI). Więcej na ten temat na str. 10.

27-28.11 → Posiedzenie grupy roboczej WELMEC WG6

Podczas spotkania poruszono m.in. temat aktualizacji istniejących przewodników WELMEC dotyczących towarów paczkowanych oraz przedstawiono stan prac nad nowymi przewodnikami WELMEC: *Guidance on imported prepackages* oraz *Guidance on packing of non-liquid products by volume*. Liderem projektu drugiego z wymienionych przewodników jest przedstawiciel Polski z GUM.

27-29.11 → Konferencja naukowa „Jakość w chemii analitycznej 6"

Z udziałem wiceprezesa GUM Pana Włodzimierza Popiołka w Morach k. Warszawy odbyła się VI Ogólnopolska konferencja naukowa „Jakość w chemii analitycznej 6", podczas której z trzema prezentacjami wystąpili pracownicy Zakładu Fizykochemii GUM.

11.12 → Seminarium w Głównym Urzędzie Miar

Podczas grudniowego seminarium p. Adam Urbanowicz z Laboratorium Przepływów Zakładu Mechaniki wygłosił referat pt. „Instalacje pomiarowe do gazu ciekłego propan-butan – wyznaczanie błędów wskazań metodą objętościową".

Relacja z obchodów 20-lecia Czeskiego Instytutu Metrologii (ČMI)

1 listopada 2013 r. delegacja GUM w składzie: Pani Janina Maria Popowska, Prezes GUM, Pan Zbigniew Ramotowski, Dyrektor Zakładu Długości i Kata oraz Pan Karol Markiewicz, Dyrektor Gabinetu Prezesa, uczestniczyła w Pradze w obchodach jubileuszu 20-lecia Czeskiego Instytutu Metrologii.

Zarówno prezentacja dr. Pavla Klenovsky'ego, Dyrektora ČMI, jak i pozostałe wystąpienia potwierdziły, że nasi czescy koledzy wykonali ogromną pracę w ciągu ostatnich 20 lat. Należy przypomnieć, że w Czechach zbudowano NMI właściwie od zera. ČMI został utworzony 1 stycznia 1993 r., jako rezultat podziału Czechosłowacji w 1992 r. Wskutek tego infrastruktura została podzielona według zasady: „co na ziemi czeskiej jest czeskie, a co na ziemi słowackiej jest słowackie". Niemal wszystkie wzorce państwowe dawnej Czechosłowacji znalazły się na Słowacji. Ogromne braki w infrastrukturze z jednej strony były problemem, a z drugiej szansą. Szansą na budowę nowej i nowoczesnej infrastruktury metrologicznej odpowiadającej potrzebom przemysłu. Działalność czeskiego NMI stanowi przykład mocno biznesowego podejścia do metrologii. Zmiany prawne pozwoliły osiągnąć przekształcenie ČMI w organizację o dominującym charakterze komercyjnym. Udział środków pochodzących z budżetu państwa w budżecie operacyjnym ČMI spadł poniżej 18 %.

ČMI to główna instytucja ds. miar Republiki Czeskiej, którego wizją jest rozwój w kierunku regionalnego wielozadaniowego centrum usług na najwyższym poziomie metrologicznej spójności w Europie. Tam utrzymywane są państwowe wzorce jednostek miar. Obecnie funkcjonuje 11 laboratoriów w formie Regionalnych Inspektoratów

zdjęcia dzięki uprzejmości ČMI

na terenie całych Czech. Ponadto w Pradze zlokalizowane są trzy szczególne laboratoria: 1) Inspektorat ds. Promieniowania Jonizującego, 2) TESTCOM ds. m.in. telekomunikacji, 3) Laboratorium ds. Metrologii Podstawowej (org. *The Laboratory of Fundamental Metrology*). W bazie KCDB w ramach CIPM MRA, ČMI posiada 471 CMCs, co plasuje Czechy na 6 miejscu w Europie. ČMI świadczy usługi na najwyższym poziomie technicznym dla producentów, dostawców, laboratoriów i klientów we wszystkich obszarach nauki i przemysłu. Wiele usług jest świadczonych *in situ* dzięki flocie ok. 100 pojazdów różnego typu. Usługi obejmują: wzorcowania, prawną kontrolę metrologiczną, obsługę metrologiczną towarów paczkowanych, zatwierdzanie typów przyrządów pomiarowych, ocenę zgodności (JN 1383), certyfikację materiałów referencyjnych, konsultacje, audyty w zakresie pomiarów i doradztwo metrologiczne.

W swoim przemówieniu Pani Prezes Janina Maria Popowska, niezależnie od złożonych gratulacji, podkreśliła trwającą współpracę pomiędzy naszymi instytucjami, m.in. w dziedzinie wzorców wilgotności i długości. 12 lipca 2011 r. w Pradze zostało podpisane ramowe Porozumienie o Współpracy w Dziedzinie Metrologii, pomiędzy ČMI a GUM, którego celem jest pogłębiane współpracy w realizacji wspólnych programów i projektów, szkoleń naukowych czy m.in. wymiana ekspertów.

Warto dodać, że wśród zaproszonych na jubileusz gości znaleźli się także: Wiceminister Przemysłu i Handlu Czech Pan Tomaš Hajdušek, przedstawiciele międzynarodowych organizacji metrologicznych (Pan Martin Milton, dyrektor BIPM, Pani Anneke van Spronssen

– Przewodnicząca WELMEC, Pan Kamal Hossain – Przewodniczący EURAMET e.V., Pan Willem Kool – Przewodniczący OIML), szefowie krajowych instytucji metrologicznych z państw sąsiadujących (Pan Ernst Otto Göbel dyrektor niemieckiego PTB, Pan Robert Edelmaier – dyrektor BEV z Austrii i Pan Arnold Leitner – były dyrektor tej instytucji oraz Pan Jaromir Markovič – dyrektor SLM na Słowacji) i wiele innych osób.

Posiedzenie dyrektorów krajowych instytucji metrologicznych z udziałem przedstawicieli krajów członkowskich Konwencji Metrycznej

23 i 24 października w BIPM (Międzynarodowym Biurze Miar) w Paryżu polska delegacja w składzie: Pani Janina Maria Popowska, Prezes Głównego Urzędu Miar (Przewodnicząca Delegacji), Pan Maciej Dobieszewski, Naczelnik Wydziału Prawa Technicznego w Departamencie Innowacji i Przemysłu Ministerstwa Gospodarki oraz Pan Karol Markiewicz, Dyrektor Gabinetu Prezesa GUM, uczestniczyła w posiedzeniu dyrektorów NMIs z udziałem przedstawicieli Państw Stron Konwencji Metrycznej.

Obrady były podzielone na trzy sesje. Pierwsza była poświęcona najważniejszym wydarzeniom naukowym związanym z działalnością BIPM oraz współpracy pomiędzy NMIs. Omówiono m.in.: postęp prac nad ponownym zdefiniowaniem kilograma w ramach Komitetu Doradczego Masy (*Consultative Committee on Mass*, CCM) oraz informację na temat usprawnienia funkcjonowania Komitetu; postępy prac nad zmianami w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar SI oraz przegląd informacji z Komitetu Danych dla Nauki i Techniki (*Committee on Data for Science and Technology*, CODATA); podpisanie CIPM–MRA przez NMI z Mongolii; prezentacja dotycząca pomiarów ga-

Siedziba BIPM

Uczestnicy posiedzenia dyrektorów NMIs z udziałem przedstawicieli Państw Stron Konwencji Metrycznej

zdjęcia dzięki uprzejmości BIPM

zów cieplarnianych *Challenges in Urban Greenhouse Gas Dome Characterization: The „Megacities collaborations"*. Kolejnymi tematami, poruszonymi podczas pierwszej sesji, były: pomiar potencjału i zastosowanie oświetlenia LED; nowe ścieżki wywierania wpływu poprzez współpracę z przemysłem i współpracę regionalną; EMPIR – nowy program współpracy w Europie – szanse na globalne uczestnictwo.

Druga sesja dotyczyła bieżącego zarządzania BIPM i CIPM. Wydarzeniem było podpisanie przez NMI z Omanu porozumienia CIPM–MRA. Poza tym przedstawiono raport dotyczący postępów w przeglądzie funduszu emerytalnego BIPM i raport dotyczący postępów w przeglądzie regulaminu pracowniczego BIPM.

Trzecia sesja dotyczyła strategii CIPM oraz skonsolidowanego procesu planowania BIPM i CIPM. W jej trakcie omówiono: misję, cele i długoterminowy plan BIPM, a także organizację Generalnej Konferencji Miar w 2014 r.

Obrady pokazały, jak ważny jest proces całościowego planowania działalności BIPM tak, aby był to proces transparentny i angażujący interesariuszy (m.in. 55 państw członkowskich oraz 38 członków stowarzyszonych), realizowany w oparciu o uzgodnioną strategię. Strategia zaś wiąże się z misją BIPM, która zakłada wspieranie przez metrologię m.in. badań naukowych oraz innowacji. Wieloletni plan finansowy ma determinować zakres prac BIPM w latach 2016–2019 i kolejnych. W czasie obrad przedstawiono prognozę wyniku finansowego do roku 2023, dla celów m.in. opracowania planów działalności na okresy: 2016–2019 oraz 2020–2023.

Pan Jörn Stenger, wiceprzewodniczący EURAMET omówił możliwości, jakie powinien stworzyć metrologom nowy program EMPIR (szerzej piszemy o nim na str. 10). Przed metrologią stoją ważne wyzwania i zauważono to przy okazji m.in. omawiania emisji gazów cieplarnianych. To rolą NMIs będzie zapewnienie odpowiedniej infrastruktury pomiarowej dla celów ograniczania takich emisji.

Kluczowe sprawy, o których wspominamy powyżej (np. strategia BIPM, finansowanie, projekt planu działania na lata 2016–2019, redefinicja jednostek SI) będą przedmiotem obrad 25 Generalnej Konferencji Miar w listopadzie 2014 r.

7 spotkanie członków Komitetu Technicznego EURAMET ds. Elektryczności i Magnetyzmu (TC-EM)

Od 16 do 18 października Główny Urząd Miar gościł przedstawicieli Komitetu Technicznego EURAMET ds. Elektryczności i Magnetyzmu (TC-EM). 16 października odbyło się 6 spotkanie Grupy Roboczej ds. Planowania Strategicznego (WGSP), działającej w ramach Komitetu, a 17 i 18 października 7 spotkanie Komitetu Technicznego.

Gospodarzem wydarzenia, w którym wzięło udział 29 osób z 25 krajów, w tym gość z Egiptu oraz przedstawiciel Międzynarodowego Biura Miar (BIPM), był Zakład Elektryczny.

W dniu poprzedzającym oficjalne rozpoczęcie obrad TC-EM odbyło się spotkanie WGSP, na którym wypracowano propozycje działań strategicznych, a te zostały następnie przedstawione do dyskusji na posiedzeniu plenarnym.

Pierwszego dnia spotkania Komitetu Technicznego przybyłych gości powitała Prezes GUM Pani Janina Maria Popowska. W swoim przemówieniu podkreśliła znaczenie prac Komitetu dla przemysłu i świata nauki. Szczególne podziękowania złożyła przewodniczącemu Panu François Piquemal za prace związane z kierowaniem Komitetem. Prezes GUM wyraziła także nadzieję, że spotkanie będzie owocne, zwłaszcza w zakresie postanowień dotyczących bieżącej realizacji programu EMRP i przygotowań do EMPIR.

Ważnym elementem obrad Komitetu były referaty przedstawicieli nauki z kraju będącego gospodarzem posiedzenia. Spotkanie w Warszawie uświetnili swoją obecnością i wystąpieniami naukowcy współpracujący z Zakładem Elektrycznym: dr inż. Krystian Krawczyk z Politechniki Wrocławskiej, który przedstawił problem transferów rezystancji w wystąpieniu pt. „Resistance scaling system based on resistance transfer devices"; dr hab. inż. Marian Kampik prof. nadzw. Politechniki Śląskiej wygłosił referat pt. „The Effect of DAC Resolution on AC Voltage Generated by Digitally Synthesized Source", a także prof. dr hab. inż. Jerzy Krupka z Politechniki Warszawskiej zatrudniony także w GUM, który zaintere-

fot. arch. GUM

sował uczestników wystąpieniem pt. „Resistivity and surface resistance measurements of semiconductors and conductors".

Stałymi punktami posiedzeń TC-EM są sprawozdania z działalności podkomitetów. Obecnie w komitecie działają cztery podkomitety:

- DC i metrologia kwantowa (DC and Quantum Metrology);
- Mała Częstotliwość (Low Frequency);
- Częstotliwość radiowa i mikrofale (Radiofrequency and Microwaves);
- Moc i Energia (Power and Energy).

Podczas spotkania omówiono również status prowadzonych przez Komitet projektów z tematyk: „Badania", „Spójność pomiarowa", „Konsultacje". Przeanalizowano prowadzone i zakończone porównania kluczowe i uzupełniające oraz możliwości zorganizowania nowych.

Komitet jest odpowiedzialny za realizację postanowień porozumienia CIPM MRA dotyczących wpisów tabel CMC's, z obszaru EURAMET-u i innych Regionalnych Organizacji Metrologicznych (RMO) oraz porównań kluczowych i uzupełniających. W trakcie obrad podsumowano ostatni przegląd wpisów w tabelach CMC, który polegał na zastosowaniu nowego sposobu ich przedstawienia. Zaowocowało to uproszczeniem i prawie dwukrotnym zmniejszeniem liczby wpisów CMC. Metoda zastosowana przez TC-EM spotkała się z wielkim poparciem ze strony BIPM. W opinii Biura obecnie pliki CMC w EM są łatwiejsze do obsługi, przeglądu i publikacji.

Przedstawiciel BIPM Pan Michael Stock – dyrektor działu elektrycznego i czasowo masy poinformował o działalności BIPM oraz CCEM (Komitetu Doradczego ds. Elektryczności i Magnetyzmu). Szczególną uwagę zwrócił na trwający proces redefinicji jednostek miar, którego zakończenie planowane jest na 2018 r. oraz na związane z nim próby określenia nowych wartości stałych podstawowych, wykorzystanych w propozycjach nowych definicji jednostek miar.

Bardzo ważnym elementem współpracy w ramach Komitetu jest wspólna realizacja projektów badawczych, a także wypracowanie strategii przygotowywania dokumentów do międzynarodowych programów badawczych. Pan Przewodniczący François Piquemal przedstawił status projektów realizowanych w ramach EMRP oraz prace związane z przygotowaniem i realizacją nowego programu badawczego, następcy EMRP – EMPIR.

Obradom towarzyszyła sesja plakatowa, w której uczestnicy prezentowali aktywność swoich laboratoriów podczas ostatniego roku, a w szczególności wyniki prowadzonych prac badawczych i rozwojowych.

Spotkanie zakończyło się zwiedzaniem laboratoriów Zakładu Elektrycznego, co dało możliwość bezpośredniej wymiany poglądów i opinii z ekspertami poszczególnych dziedzin pomiarowych.

Komitet Techniczny ds. Elektryczności i Magnetyzmu stanowi forum współpracy naukowej i technicznej w dziedzinie wielkości elektrycznych. Komitet zajmuje się problematyką związaną z metrologią elektryczną ważną zarówno dla przemysłu, jak i świata nauki. Coroczne spotkania członków Komitetu są okazją do podsumowania rocznej działalności Komitetu oraz poszczególnych NMI, do przedyskutowania nowych propozycji i rozwiązań związanych z metrologią elektryczną i uczestnictwem w programach badawczych, a także do zapoznania się z nowymi kierunkami prac BIPM oraz CCEM. Ponadto spotkania dają możliwość poznania infrastruktury metrologicznej innych europejskich NMI.

fot. arch. GUM

Udział Polski w Europejskich Programach Metrologicznych – EMRP i EMPIR

Warsztaty w GUM

„Udział Polski w Europejskich Programach Metrologicznych – EMRP i EMPIR" to tytuł warsztatów, które odbyły się 5 listopada w siedzibie Głównego Urzędu Miar.

Ich celem było podsumowanie dotychczasowego uczestnictwa Polski w programie EMRP oraz przekazanie krajowym ośrodkom metrologicznym aktualnych informacji na temat nowego programu badań w metrologii – EMPIR (*European Metrology Programme for Innovation and Research*), który rozpocznie się w II poł. 2014 r. Patronat honorowy nad warsztatami objęli: Minister Gospodarki Pan Janusz Piechociński i Prezes Polskiej Akademii Nauk Pan prof. Michał Kleiber. Referaty wygłosili m.in. Pan Michael Huch – przedstawiciel organizacji EURAMET oraz polscy uczestnicy projektów badawczych, w tym reprezentanci GUM i instytucji desygnowanych (DI).

Zapraszamy do zapoznania się ze streszczeniami niektórych referatów oraz informacją na temat EMPIR (str. 13).

Michael Huch – Joint Programming Coordinator EURAMET e.V.

Zasady udziału w Europejskim programie na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii

Prezentacja na temat projektowanego Europejskiego programu na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii (EMPIR) zawierała informacje na temat EURAMET e.V., czyli instytucji która będzie odpowiedzialna za realizację programu. Ponadto w prezentacji ujęta została krótka historia wspólnych europejskich badań w dziedzinie metrologii, jak również informacje dotyczące aktualnego stanu prac nad tworzeniem programu EMPIR. W dalszej części prezentacji przedstawiono szczegóły dotyczące programu, w zakresie jego finansowania, instrumentów (typów projektów) i procesów. Wielokrotnie podkreślono, że prace legislacyjne nad przyjęciem programu wciąż się nie zakończyły. Oczekuje się, że Rada i Parlament Europejski podejmą ostateczną decyzję w sprawie uruchomienia programu w kwietniu przyszłego roku. Ponadto wiele z przedstawionych w prezentacji szczegółów dotyczących programu wciąż jest przedmiotem dyskusji w ramach EURAMET oraz Unii Europejskiej.

Zbigniew Ramotowski – Zakład Długości i Kąta, GUM

Europejska współpraca metrologiczna w ramach programu EMRP – udział GUM w wybranych projektach

Referat dotyczy zainicjowanego przez Europejską Współpracę w zakresie wzorców pomiarowych (EUROMET) i kontynuowanego przez Europejskie Stowarzyszenie Krajowych Instytucji Metrologicznych (EURAMET) wspólnego programu badawczego w zakresie metrologii – EMRP (ustanowionego Decyzją Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 912/2009/WE z dnia 16 września 2009 r. w sprawie udziału Wspólnoty w Europejskim Programie Badawczo-Rozwojowym w dziedzinie Metrologii, podjętym przez kilka państw członkowskich).

W referacie przedstawiono przyczyny i proces tworzenia programu, jak również jego umocowanie w aktach prawnych Unii Europejskiej. Omówiono również dwa inne programy stanowiące wstępną fazę programu EMRP – oparty o zasady Programu Ramowego 6. program iMERA oraz o zasady Programu Ramowego 7. program iMERA Plus. Przedstawiono ramy czasowe okresu realizacji programów iMERA Plus i EMRP, ich zakres merytoryczny, kraje uczestniczące w programie, ich zaangażowanie finansowe i wynikającą z niego siłę głosu ich przedstawicieli w tworzącym zasady funkcjonowania i zarządzającym programem Komitecie EMRP.

Dla każdego z siedmiu tematycznych, otwartych konkursów z dziedzin: energia, środowisko, przemysł, zdrowie, jednostki SI, nowe technologie i nowe idee zaprezentowano również poszczególne fazy i tryb wyłaniania wspólnych projektów badawczych (JRP):

1) otwarte dla wszystkich podmiotów zgłaszanie propozycji tematyki badawczej,
2) wybór najbardziej wartościowych zgłoszeń,
3) formułowanie propozycji wspólnych projektów badawczych i tworzenie konsorcjów,
4) dokonywana przez zewnętrznych ekspertów ocena zgłoszonych projektów,
5) zatwierdzanie projektów przez Komitet EMRP,
6) zatwierdzanie projektów przez Radę ds. Badań.

Zaprezentowano zasady udziału w trzech rodzajach grantów – grantach profesorskich, grantach dla doktorantów oraz grantach dla młodych naukowców (REG, RMG i ESRMG).

Zwrócono uwagę na te fazy realizacji programu, które umożliwiają uczestnictwo w nich podmiotów spoza Krajowych

Instytucji Metrologicznych (NMI) i upoważnionych do utrzymywania państwowych wzorców jednostek miar Instytucji Desygnowanych (DI). Omówione zostały zasady udzielania i wysokość współfinansowania ze strony Komisji Europejskiej. Szczególną uwagę poświęcono otwartym konkursom tematycznym, w których z pozytywnym wynikiem udział wzięli specjaliści z pełniącego w Polsce rolę Krajowej Instytucji Metrologicznej (NMI) Głównego Urzędu Miar oraz dwóch polskich Instytucji Desygnowanych (DI) – Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych INTiBS oraz Narodowego Centrum Badań Jądrowych NCBJ/POLATOM. Przedstawiono dla tych przypadków zakres merytoryczny wyłonionych Wspólnych Projektów Badawczych (JRP) oraz szczegóły dotyczące ich finansowania.

dr Stanislaw Pszona – Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Świerk

JRP SIB06 BioQuaRT – „Biologically weighted quantities in radiotherapy"

Celem projektu JRP SIB06 BioQuaRT (EURAMET) pt.: „Wielkości pomiarowe w radioterapii z uwzględnieniem efektów biologicznych", finansowanego przez EMRP, jest rozwój technik pomiarowych i symulacyjnych dla wyznaczenia fizycznych właściwości cząstek jonizujących na różnych odcinkach toru, oraz zbadanie jak te charakterystyki toru korelują się z biologicznymi skutkami promieniowania na poziomie komórkowym. Zakres badań dotyczy odcinka toru od 2 nm (średnica helisy DNA) do 10 μm (średnica jądra komórki). Projekt jest podzielony na 5 następujących zadań roboczych (WP):

WP1 – W ramach tego zadania będzie opracowany micro-kalorymetr do bezpośredniego pomiaru energii linealnej (lineal energy) oraz poprawek do widm z konwencjonalnego mikro-dozymetru.

WP2 – W ramach tego zadania będą opracowywane techniki pomiarowe toru cząstek naładowanych na rożnych jego odcinkach, szczególnie w zakresie nanometrowym.

WP3 – Badany będzie pośredni efekt promieniowania jonizującego. Badane będą poszczególne rodniki i reaktywne formy tlenu.

WP4 – Zadanie jest poświęcone biologicznym aspektom uszkodzeń DNA. Wykonane będą analizy radiobiologiczne określające indukowane uszkodzenia DNA oraz tzw. efekty późne. Badania te będą przeprowadzone dla wiązek jonowych, stosowanych w radioterapii, o rożnych jakościach promieniowania.

WP5 – Projekt dostarczy danych do ewalucji przekrojów czynnych dla DNA w powiązaniu ze strukturą toru cząstek naładowanych. Projekt zawiera też programy związane poprzez granty.

NCBJ (Polska) bierze udział w realizacji WP2. Jesteśmy odpowiedzialni za rozwój techniki pomiarowej zwanej Jet Counter. Urządzenie to jest specjalnie przydatne do doświadczeń z elektronami i miękkim promieniowaniem X. Zaprezentowane będą rezultaty osiągnięte w doświadczeniach z elektronami Auger emitowanymi przez I-125 jak też doświadczenia z elektronami I-131.

Zbigniew Tymiński – Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Świerk

JRP ENV09 METRORWM – „Metrology for radioactive waste management"

Projekt dotyczy opracowania metod segregacji odpadów promieniotwórczych z elektrowni jądrowych. Aktualnie działające systemy nie gwarantują spójności pomiarowej oraz odpowiedniej identyfikacji i selekcji, dlatego istniała potrzeba podjęcia wspólnych działań dążących do opracowania nowych systemów i procedur pomiarowych niezbędnych przy pomiarach odpadów z elektrowni.

JRP INDO4 METROMETAL – „Ionising Radiation Metrology for the metallurgical Industry"

Projekt dotyczy opracowania metod kontroli zanieczyszczeń radioizotopami produktów metalowych. Podczas produkcji milionów ton stali rocznie istnieje możliwość pojawiania się zanieczyszczeń w stali, powstałych ze stopionego źródła promieniotwórczego ukrytego w odpadach. W rezultacie może dojść do skażenia metalowego odlewu, odpadów i środowiska, czego skutkiem może być narażenie na promieniowanie jonizujące ludności.

Aktualnie działające systemy kontroli nie gwarantują spójności pomiarowej oraz odpowiedniej identyfikacji i dlatego istniała potrzeba podjęcia wspólnych działań koniecznych do opracowania nowych urządzeń, materiałów odniesienia, procedur technicznych i wzorców niezbędnych do monitoringu odpadów stałych, gazowych, popiołów i stalowych odlewów.

Projekt ma na celu standaryzację zwalidowanych metod pomiarowych i instrumentów służących do kontroli produktów metalowych oraz ich odpadów.

Anna Szmyrka-Grzebyk, Aleksandra Kowal, Agnieszka Grykałowska – Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Wł. Trzebiatowskiego PAN we Wrocławiu

METEOMET – Metrologia dla meteorologii

ENV07 *Metrology for pressure, temperature, humidity and airspeed in the atmosphere* („Metrologia ciśnienia, temperatury, wilgotności i prędkości powietrza w atmosferze") jest jednym z największych projektów realizowanych w ramach EMRP.

Bierze w nim udział 18 europejskich instytutów metrologicznych, 3 partnerów z europejskich uniwersytetów bez dofinansowania i około 40 instytucji współpracujących, przede wszystkim organizacji meteorologicznych, w tym WMO. Koordynatorem projektu jest Instytut Metrologii INRiM w Turynie.

Polska reprezentowana jest w projekcie przez Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN (DI) oraz Główny Urząd Miar. W projekcie bierze udział także Uniwersytet Wrocławski – Zakład Klimatologii i Ochrony Atmosfery jako partner niefinansowany. Z polskimi realizatorami projektu aktywnie współpracuje Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Projekt poświęcony jest przede wszystkim rozpoznaniu problemów metrologicznych w meteorologii i opracowaniu ujednoliconych, dokładnych metod badania i wzorcowania czujników parametrów meteorologicznych: temperatury, wilgotności i ciśnienia.

Prace podzielone są na następujące cztery zadania badawcze:

WP 1 – Pomiary górnych warstw atmosfery: czujniki i techniki pomiarowe,

WP 2 – nowe metody, narzędzia i pomiary parametrów klimatu,

WP 3 – spójne metody pomiarowe i formularze protokołów naziemnych obserwacji meteorologicznych,

WP 4 – harmonizacja danych. Ocena miarodajności historycznych wyników pomiarów temperatury

i dwa zadania organizacyjne:

WP 5 – rozpowszechnianie rezultatów projektu,

WP 6 – zarządzanie i koordynacja.

Polskie instytuty zaangażowane są w realizację zadań WP2 i WP3. Dzięki współpracy z Uniwersytetem Wrocławskim posiadającym stację meteorologiczną na Spitsbergenie możliwe będzie przeprowadzenie badań na rzecz projektu w polarnych warunkach ekstremalnych. Polscy współpracownicy są współautorami 10 publikacji i doniesień konferencyjnych.

Koordynator projektu – Andrea Merlone otrzymał prestiżową nagrodę EURAMET „Impact Prize 2013".

Andrzej Wełna – Zakład Fizykochemii, GUM

Udział w grancie nr JRP SIB10-RMG1 – „Effects of impurities on the triple point of Mercury"

Punkt potrójny rtęci jest jednym z definicyjnych punktów stałych Międzynarodowej Skali Temperatury z 1990 r. Rtęć wykorzystywana do produkcji komórek jest bardzo wysokiej czystości, także pomiary w punkcie potrójnym rtęci są możliwe z dużą dokładnością. Analiza budżetu niepewności dla pomiarów w tym punkcie wykazuje, że głównym jego składnikiem są zanieczyszczenia rtęci. W celu zminimalizowania niepewności od zanieczyszczeń rozpoczęto badania wpływu bardzo małych ilości zamieszczeń na realizację punktu potrójnego rtęci.

W ramach grantu badawczego SIB10-RMG1, realizowanego w programie EMRP, wyprodukowano dwie komórki rtęci, wykonano kilkukrotne domieszkowania znanymi wartościami zanieczyszczeń manganu i kadmu. Jednocześnie prowadzono pomiary, zarówno przed jak i pomiędzy domieszkowaniami, w punkcie potrójnym rtęci realizowanym w komórkach badanych i w komórce referencyjnej.

Prace prowadzone były w Hiszpańskim Centrum Metrologii w Tres Cantos pod Madrytem.

Mariusz Wiśniewski – Zakład Długości i Kąta, GUM

JRP IND53 LARGE VOLUME – „Large volume metrology in industry"

Projekt dotyczy zagadnień związanych z wykonywaniem pomiarów elementów konstrukcyjnych o wymiarach nie przekraczających (10×10×5) m w warunkach przemysłowych cechujących się dużymi gradientami temperatury i wilgotności powietrza. Celem projektu jest opracowanie metod pomiarowych umożliwiających uzyskanie niepewności pomiarów ≤ 50 µm.

Kluczowym zadaniem projektu jest opracowanie sposobu pomiaru współczynnika załamania światła w powietrzu, który ma wpływ na wyniki pomiarów uzyskiwanych za pomocą laser trackerów oraz interferometrów laserowych. Zadaniem Laboratorium Długości Zakładu Długości i Kąta będzie opracowanie układu pomiarowego umożliwiającego pomiar współczynnika załamania światła w powietrzu na stanowisku 50 m komparatora interferencyjnego. Wyniki uzyskiwane przez układ pomiarowy opracowany w ramach projektu będą porównane z dwoma przyrządami pomiarowymi opracowanymi przez PTB (Niemcy) oraz CNAM (Francja).

W projekcie, którego realizacja przewidziana jest na 3 lata, uczestniczy GUM, NPL, PTB, CNAM, INRIM, University of Bath, University College London, The University of Sheffield, wielu przedstawicieli przemysłu, takich jak Airbus, Boeing, Rolls-Royce oraz producentów sprzętu pomiarowego jak Hexagon Metrology, SIOS Meßtechnik GmbH, Coord3 Industries srl, ITER i BAE Systems Limited.

EMPIR
Europejski program na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii

2007 – 2011
iMERA plus

W realizacji projektu **iMERA-Plus** „Wdrażanie metrologii w Europejskiej Przestrzeni Badawczej – Plus", współfinansowanego ze środków pochodzących z Siódmego Programu Ramowego (7PR) w ramach ERA-NET Plus, uczestniczyło 19 krajowych instytucji metrologicznych (NMI) oraz Instytut Pomiarów i Materiałów Odniesienia (IRMM) Wspólnego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej (JRC).

W ramach **iMERA-Plus** zrealizowano 21 projektów naukowych w 4 obszarach tematycznych o całkowitej wartości 64,6 mln euro.

Zrealizowane projekty finansowane były w dwóch trzecich przez uczestniczące państwa członkowskie, zaś w jednej trzeciej przez Komisję Europejską.

Programem objęte były tradycyjne obszary naukowe metrologii, zdrowie, a także pomiary w dziedzinie elektryczności i magnetyzmu oraz długości.

Efektem realizacji programu była publikacja około 300 artykułów i prac naukowych oraz 390 prezentacji podczas istotnych konferencji naukowych, co w znacznym stopniu przyczyniło się do globalnego transferu wiedzy metrologicznej.

2009 – 2016
EMRP

Europejski Program Badawczo-Rozwojowy w dziedzinie Metrologii – **EMRP** jest wieloletnim programem naukowym realizowanym przez 23 kraje oraz Komisję Europejską na podstawie art. 185 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (dawny art. 169 Traktatu ustanawiającego Wspólnotę Europejską). Program został opracowany i jest zarządzany przez EURAMET e.V., czyli stowarzyszenie europejskich krajowych instytucji metrologicznych (NMI).

Całkowity budżet **EMRP** wyniesie 400 mln euro, przy współmiernym wkładzie finansowym ze strony uczestniczących państw i Unii Europejskiej.

Podstawowa działalność w ramach **EMRP** polega na finansowaniu projektów ponadnarodowych, obejmujących wielu partnerów i dotyczących badań, rozwoju technologicznego, szkoleń oraz upowszechniania wiedzy.

W ramach tzw. wezwań **EMRP** opublikowanych w latach 2009–2013 do tej pory rozpoczęto realizację 119 projektów o łącznym budżecie około 400 mln euro. Niezależnie od powyższych projektów w ramach programu ufundowanych zostało 167 indywidualnych grantów dla naukowców, opiewających na łączną kwotę 20 mln euro.

Do tej pory w efekcie realizacji programu opublikowanych zostało blisko 120 artykułów naukowych. Ponadto podczas konferencji naukowych przedstawionych zostało ponad 260 prezentacji.

2014 – 2023
EMPIR

Projektowany obecnie „Europejski program na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii" – **EMPIR,** stanowiący kontynuację programu EMRP, współfinansowany będzie ze środków programu ramowego „Horyzont 2020".

Nadrzędnym celem programu **EMPIR** jest sprostanie wyzwaniom, przed którymi stoi europejski system badań metrologicznych, oraz czerpanie maksymalnych korzyści z ulepszonych rozwiązań w zakresie pomiarów w Europie.

W ocenie śródokresowej EMRP, poprzedniego programu prowadzonego w ramach 7PR, stwierdzono określone niedociągnięcia, które zostały wyeliminowane przy projekcie **EMPIR**. Większy nacisk położony zostanie na wspieranie innowacji, normalizacji, budowanie zdolności i zapewnienie otwartości systemu.

EMPIR ma służyć dostarczeniu rozwiązań w zakresie metrologii, wspierających innowacje i konkurencyjność przemysłu oraz utworzeniu zintegrowanego europejskiego systemu badań metrologicznych.

Po przegłosowaniu przez Parlament Europejski i Radę decyzji w sprawie powołania **EMPIR**, współpracę w ramach wspólnych projektów badawczych rozpocząć będzie mogło 37 państw członkowskich EURAMET (28 zgłosiło już swój akces).

Projektowany budżet programu w latach 2014-2023 wyniesie 600 mln euro. Finansowanie programu zapewnią w równych częściach kraje uczestniczące oraz Komisja Europejska.

EMRP
European Metrology Research Programme
Programme of EURAMET

The EMRP is jointly funded by the EMRP participating countries within EURAMET and the European Union

EURAMET
European Association of National Metrology Institutes

EMPIR w pigułce

EMPIR będzie:

- głównym programem finansującym **europejskie badania w dziedzinie metrologii;**
- realizowany na podstawie **artykułu 185** Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej;
- **wdrażany wspólnie** przez państwa członkowskie EURAMET;
- zarządzany przez **EURAMET;**
- posiadać budżet w wysokości **600 mln euro**, finansowany **w równych częściach** przez kraje uczestniczące oraz Komisję Europejską;
- składać się z **czterech modułów**;
- trwać **10 lat**, z wezwaniami ogłaszanymi w latach 2014-2020;
- mieć rozszerzony zakres oddziaływania poprzez włączenie modułów ukierunkowanych na **badania wykorzystywane w przemyśle**, wsparcie **normalizacji** oraz **budowanie potencjału**;
- kłaść nacisk na współpracę ze **znakomitymi partnerami naukowymi**;
- najpóźniej do końca 2017 roku poddany zostanie **ocenie śródokresowej** przez Komisję Europejską.

Moduły EMPIR

moduł 1: nauka

- podstawowa metrologia naukowa
- tzw. wielkie wyzwania: energia, zdrowie i środowisko

moduł 2: innowacje

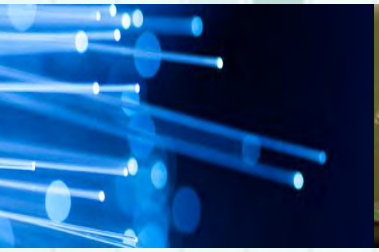
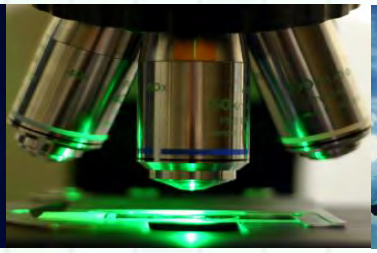
- wspólne projekty badawcze oparte na potrzebach przemysłu
- projekty związane z transferem technologii
- wsparcie dla innowacji

moduł 3: badania przed-normatywne

- przednormatywne i konormatywne badania i rozwój w dziedzinie metrologii

moduł 4: budowa potencjału

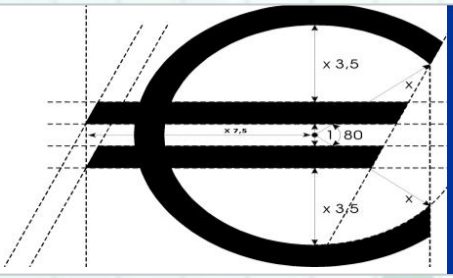
- badania i rozwój na rzecz budowy potencjału metrologicznego
- projekty związane z budową potencjału

Zasady finansowania programu

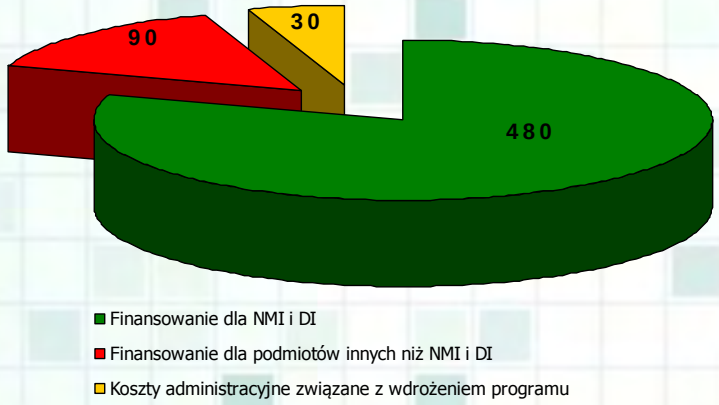
- W ramach EMPIR finansowanie wniesione przez państwa uczestniczące stanowi przede wszystkim zasoby przydzielone jako **wydatki bezpośrednie** związane z wybranymi projektami za pośrednictwem **finansowania instytucjonalnego krajowych instytucji metrologicznych (NMI) oraz instytucji desygnowanych (DI)** uczestniczących w projektach.
- Finansowanie instytucjonalne NMI i DI pokrywa udział ich kosztów pośrednich związanych z projektami (koszty pośrednie projektów).
- **Wkład UE** w finansowanie programu będzie dopasowany do wkładu wnoszonego przez państwa uczestniczące i nie przekroczy **300 mln euro**.
- Łączny budżet programu wyniesie **600 mln euro**.
- Wkład pieniężny państw uczestniczących na poczet **kosztów administracyjnych** związanych z realizacją EMPIR wyniesie maksymalnie **30 mln euro** (5 % całego budżetu).
- Część finansowania UE przydzielonego **podmiotom innym niż NMI i DI** wyniesie **90 mln euro**.
- Wkład UE w finansowanie NMI i DI wyniesie **210 mln euro (43,75 %).**
- Wkład państw uczestniczących wyniesie **270 mln euro (56,25 %).**
- W odniesieniu do każdego projektu EMPIR zakłada się **średni koszt w wysokości 2 mln euro.** Szacuje się, że w ramach całkowitego budżetu programu w wysokości 600 mln EUR sfinansuje się ok. **300 projektów.**

	Wkład finansowy Unii Europejskiej 300 mln euro		Wkład finansowy państw uczestniczących 300 mln euro		Razem 600 mln euro	
	%	mln euro	%	mln euro	%	mln euro
Finansowanie dla NMI i DI	70 %	210	90 %	270	**80 %**	**480**
Finansowanie dla podmiotów innych niż NMI i DI	30 %	90	0 %	0	**15 %**	**90**
Całość środków finansowych dla wszystkich uczestników projektów	100 %	300	90 %	270	**95 %**	**570**
Koszty administracyjne związane z wdrożeniem programu	0 %	0	10 %	30	**5 %**	**30**
Razem	**100 %**	**300**	**100 %**	**300**	**100 %**	**600**



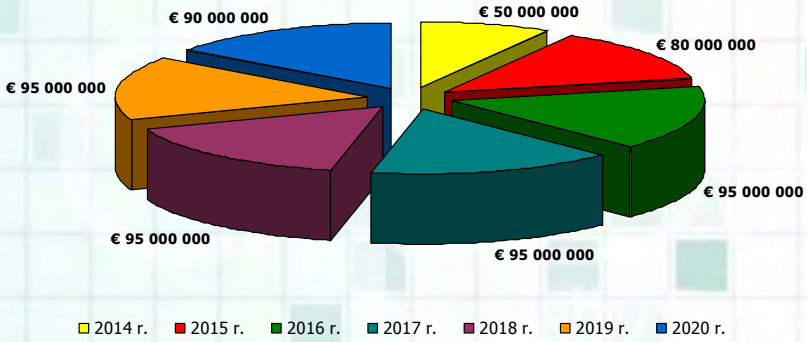
EURAMET
European Association of National Metrology Institutes

Podział środków w ramach programu (w mln euro)



Wykorzystanie środków finansowych w kolejnych latach

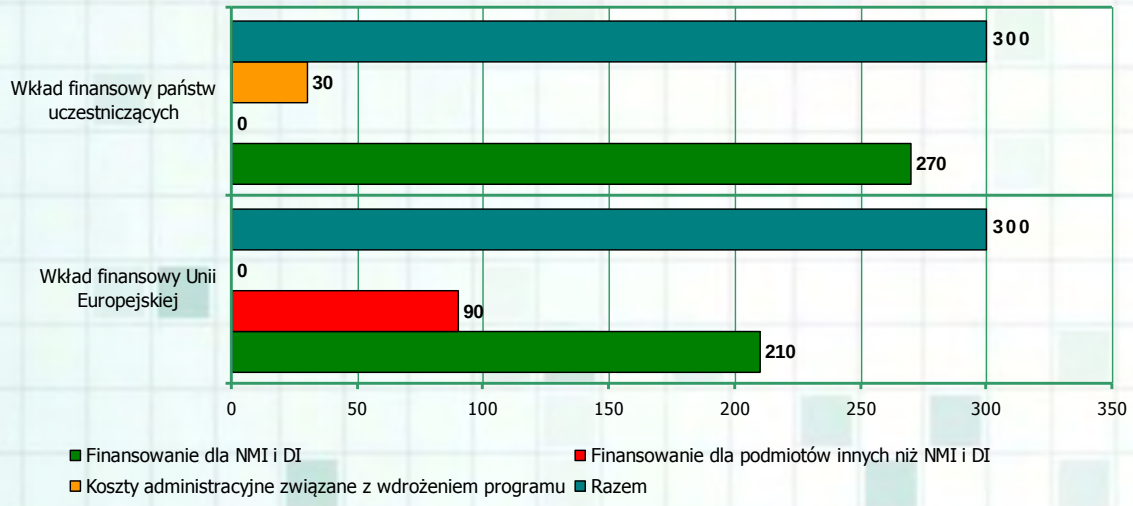
ogółem: € 600 000 000



Udział finansowy państw uczestniczących w EMPIR (na podstawie wstępnych deklaracji NMI – dane z maja 2013)

1.	Austria	840 000
2.	Belgia	1 000 000
3.	Bośnia i Hercegowina	200 000
4.	Bułgaria	840 000
5.	Chorwacja	700 000
6.	Czechy	8 600 000
7.	Dania	2 000 000
8.	Estonia	910 000
9.	Finlandia	10 000 000
10.	Francja	27 000 000
11.	Niemcy	90 000 000
12.	Grecja	160 000
13.	Węgry	1 050 000
14.	Irlandia	350 000
15.	Włochy	21 000 000
16.	Holandia	16 500 000
17.	Norwegia	3 750 000
18.	**Polska**	**2 500 000**
19.	Portugalia	840 000
20.	Rumunia	120 000
21.	Serbia	700 000
22.	Słowacja	200 000
23.	Słowenia	3 000 000
24.	Hiszpania	6 000 000
25.	Szwecja	2 388 854
26.	Szwajcaria	8 300 000
27.	Turcja	12 000 000
28.	Wielka Brytania	87 000 000
	Razem:	**307 948 854**

Wysokość wkładu finansowego ze strony Unii Europejskiej i państw uczestniczących (w mln euro)



Główne cele EMPIR

Program EMPIR ma służyć realizacji następujących celów ogólnych:

a) dostarczeniu odpowiednich, zintegrowanych i dostosowanych do celu rozwiązań w zakresie metrologii, wspierających **innowacje i konkurencyjność przemysłu**, a także technologii pomiaru zapewniających sprostanie wyzwaniom społecznym związanym z takimi dziedzinami, jak: **zdrowie, środowisko i energia**, w tym wsparcie przy opracowywaniu i wdrażaniu polityki;

b) utworzeniu **zintegrowanego europejskiego systemu badań metrologicznych** o masie krytycznej, charakteryzującego się aktywnym zaangażowaniem na szczeblu regionalnym, krajowym, europejskim i międzynarodowym.

Struktura organizacyjna EURAMET stosowana do realizacji EMPIR

Komitet EMPIR

- Będzie organem decyzyjnym.
- W jego skład wejdą przedstawiciele członków EURAMET z uczestniczących państw.
- Ważenie głosów w ramach Komitetu odbywać się będzie na podstawie zobowiązań krajowych zgodnie z zasadą pierwiastka kwadratowego.
- Komitet będzie podejmować decyzje dotyczące strategicznego planu badań i innowacji, planowania zaproszeń do składania wniosków, procedury przeglądu, oceny, wyboru projektów.
- Komitet będzie przyjmować roczny plan prac (po uzyskaniu zgody Komisji Europejskiej).
- Na posiedzeniach Komitetu EMPIR Komisja będzie posiadać status obserwatora.

Rada ds. Badań Naukowych

- Tworzyć ją będą eksperci wysokiego szczebla z sektorów przemysłowych, badawczych i akademickich oraz międzynarodowe organizacje.
- Rada zapewni niezależne doradztwo strategiczne w zakresie rocznego planu prac EMPIR.
- Członków Rady powoływać będzie Zgromadzenie Ogólne EURAMET.

Sekretariat EURAMET

- Będzie odpowiadać za prowadzenie rachunków bankowych EMPIR.
- W ramach Sekretariatu EURAMET zostanie ustanowiony dział ds. wspierania zarządzania, odpowiedzialny za realizację EMPIR i bieżące zarządzanie nim.

EURAMET
European Association of National Metrology Institutes

Oczekiwane wyniki i wskaźniki

Oczekiwane wyniki	Wskaźniki	Wyznaczone cele
1. zwiększenie poziomu absorpcji w przemyśle oraz poprawa normalizacji	**a)** obroty z tytułu nowych lub ulepszonych produktów i usług **b)** udział projektów opartych na zapotrzebowaniu w przemyśle **c)** wartość inwestycji przedsiębiorstw w projekty EMPIR **d)** udział specjalnych badań normatywnych **e)** zaangażowanie w program Komitetów Technicznych CEN/CENELEC/ISO/IEC i równoważnych organów normalizacyjnych	**400 mln euro** **20 %** **-** **10 %** **-**
2. wsparcie spójnego, zrównoważonego i zintegrowanego europejskiego środowiska metrologicznego	**f)** udział krajowych inwestycji przeznaczonych na badania **g)** uczestnictwo w programie naukowców spoza NMI i DI **h)** poziom inwestycji z funduszy strukturalnych i innych programów europejskich, krajowych lub regionalnych w działania związane z metrologią **i)** wiodąca rola Europy w międzynarodowych komitetach ds. metrologii	**50 %** **podwojenie wyniku EMRP** **-** **-**
3. skuteczność programu	**j)** jakość procedury składania wniosków, oceny i wyboru **k)** czas oczekiwania na przyznanie dotacji **l)** koszty bieżące związane z funkcjonowaniem EMPIR	**-** **-** **≤ 5 %**
4. znaczące korzyści społeczno-ekonomiczne	kwestia zostanie poddana analizie podczas oceny śródokresowej	**-**

Proces selekcji projektów

Zaproszenie do zgłaszania potencjalnych tematów prac badawczych (PRTs)

Zainteresowane instytucje lub osoby z całego świata zgłaszają pomysły

→

Etap selekcji potencjalnych tematów prac badawczych

PRTs stają się wybranymi projektami badawczymi (SRTs)

→

Zaproszenie do zgłaszania wspólnych projektów badawczych (JRPs)

Tworzenie konsorcjów

→

Konferencje przeglądowe

Ocena wspólnych projektów badawczych

→

Przyznanie finansowania

Przystąpienie do realizacji projektu

Powyższe opracowanie powstało w oparciu o materiały Komisji Europejskiej oraz EURAMET.

Ostateczny kształt programu zależeć będzie od dalszych prac legislacyjnych nad decyzją Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie udziału Unii Europejskiej w Europejskim programie na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii (EMPIR) podjętym przez kilka państw członkowskich.

Głosowanie Parlamentu Europejskiego w tej sprawie zaplanowano na przełom kwietnia i maja przyszłego roku. Do tego czasu powyższe informacje nie mają wiążącego charakteru.

Więcej informacji na temat Europejskiego programu na rzecz innowacji i badań w dziedzinie metrologii dostępnych jest na stronie www.euramet.org.

Pytania w sprawie EMPIR można przesyłać także do GUM na adres emrp.info@gum.gov.pl.

Opracowała: Joanna Sękala

Pomiary długich płytek wzorcowych na zmodernizowanym stanowisku pomiarowym z interferometrem laserowym

Robert Szumski (Zakład Długości i Kąta, GUM)

Przeczytaj o modernizacji komparatora interferencyjnego do wzorcowania długich płytek wzorcowych o zakresie pomiarowym do 500 mm.

Wprowadzenie

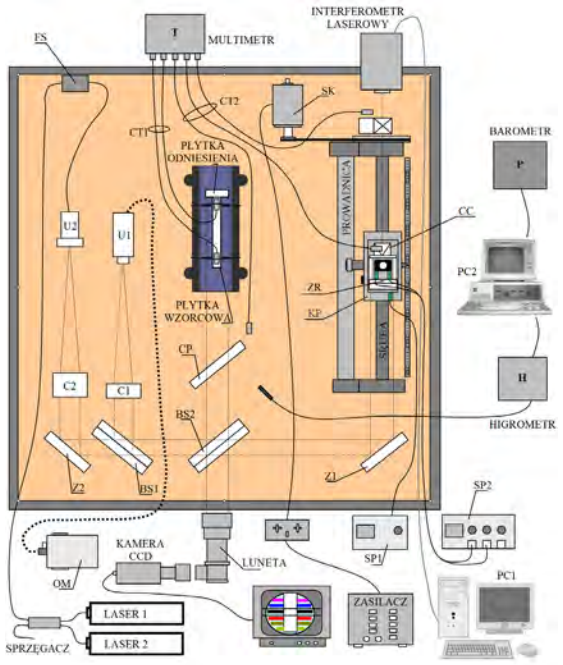
Stosowany od lat układ pomiarowy do wzorcowania długich płytek wzorcowych, oparty o zjawisko interferencji w świetle białym, został poddany modernizacji, w wyniku której stanowisko pomiarowe rozszerzone zostało o możliwość wykonywania pomiarów metodą reszt ułamkowych (ang. *exact fractions*). Do podstawowych zmian zastosowanych w układzie pomiarowym należy doprowadzenie do układu optycznego odpowiednio uformowanej wiązki światła laserowego oraz zastosowanie nowego rozwiązania w zakresie adiustacji zwierciadeł odniesienia. Rezultatem zmian w układzie pomiarowym jest możliwość wykonywania wzorcowania obiema metodami [1-4].

Tym, co odróżnia opisywane stanowisko pomiarowe od rozwiązań znanych od lat [4], jest przede wszystkim zastosowanie dwóch laserów stabilizowanych jako źródeł wzorcowych długości fal 633 nm i 543 nm. Zakres pomiarowy zapewniany przez jeden laser jest znacznie mniejszy i wymaga wstępnej znajomości długości płytki wzorcowej z niepewnością mniejszą niż $\lambda/4$. Taka niepewność pomiaru jest trudno osiągalna nawet przy pomiarach interferencyjnych ze światłem białym. Zastosowanie powyższych dwóch długości fal laserów zwiększa praktyczny zakres pomiarowy dla metody reszt ułamkowych do około 1,9 µm.

Zmodernizowany układ pomiarowy

Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku obok.

Źródłem światła białego jest oświetlacz mikroskopowy OM, z którego światło za pomocą kabla światłowodowego doprowadzane jest do uchwytu U1, gdzie poprzez filtr otworkowy i kolimator C1 wprowadzane jest do dalszej części układu optycznego. Źródłem światła quasi-monochromatycznego są dwa lasery stabilizowane helowo-neonowe o długościach fal λ_1 = 633 nm (barwa czerwona) i λ_2 = 543 nm (barwa zielona). Światło laserów, poprzez asymetryczny sprzęgacz światłowodowy i układ wibracyjny do redukcji niejednorodności rozkładu natężenia światła (ang. *speckle pattern*) trafia światłowodem wielomodowym do uchwytu U2. Płytka światłodzieląca BS1 łączy tory optyczne od obu źródeł światła. Płytka światłodzieląca zapewniająca interferencję oraz płytka kompensacyjna dla światła białego oznaczone są odpowiednio przez BS2 i CP. Wiązka przedmiotowa odbija się od powierzchni pomiarowych płytki wzorcowej, mierzonej i przywartej do niej płytki odniesienia umieszczonych na regulowanym stoliku pomiarowym. Zwierciadło Z1 kieruje wiązkę odniesienia do zwierciadła odniesienia ZR, które wspólnie ze



Schemat komparatora interferencyjnego do długich płytek wzorcowych

opr. własne

zwierciadłem odniesienia (retroreflektorem CC) interferometru laserowego, umieszczone jest na karetce pomiarowej KP poruszanej przez śrubę napędową i silnik krokowy SK. Po modernizacji układu ustawienie kątowe połączonych zwierciadeł odniesienia może być zmieniane w trakcie pomiaru za pomocą aktuatorów piezoelektrycznych sterowanych przez zasilacz trójkanałowy.

Mikroprzesuw karetki pomiarowej realizowany jest również za pomocą układu piezoelektrycznego. Zmiana położenia karetki mierzona jest przez interferometr laserowy. Wyjściowa wiązka pomiarowa poprzez lunetę skupiającą trafia na matrycę kamery CCD, a obraz jest obserwowany na dodatkowym monitorze. Do pomiaru warunków środowiskowych służy barometr, higrometr oraz multimetr z zestawem termistorowych czujników temperatury materiału płytki wzorcowej i powietrza.

Zaprezentowany zmodernizowany komparator interferencyjny jest stanowiskiem pomiarowym zapewniającym możliwość kompleksowego wzorcowania długich płytek wzorcowych z niepewnością charakterystyczną dla metody reszt ułamkowych, a jednocześnie bez ograniczeń wynikających z jej zakresu pomiarowego.

Dzięki zastosowaniu obu metod pomiarowych na jednym stanowisku pomiarowym, znaczna liczba elementów układu jest wspólna dla obu metod, a tym samym mniejsza niż w przypadku dwóch niezależnych układów pomiarowych.

Brak konieczności przenoszenia płytki wzorcowej na inne stanowisko pomiarowe znacznie skraca czas wzorcowania dwiema metodami (płytka i układ pomiarowy stabilizują się temperaturowo przed pomiarem tylko raz).

Osiągane niepewności pomiaru

Najlepsza zdolność pomiarowa związana z wyznaczeniem odchylenia długości środkowej od długości nominalnej płytki wzorcowanej metodą reszt ułamkowych wynosi:

$$U = \sqrt{0{,}038^2 + 0{,}4^2 \cdot L_n^{\,2}}\,\mu\text{m} \qquad (1)$$

gdzie L_n jest wartością liczbową długości nominalnej wyrażonej w metrach.

Dla metody wykorzystującej interferencję w świetle białym najlepsza zdolność pomiarowa wynosi

$$U = \sqrt{0{,}04^2 + 0{,}5^2 \cdot L_n^{\,2}}\,\mu\text{m} \qquad (2)$$

Tabela: Zestawienie składowych niepewności pomiaru

Składowa niepewności	Rozkład	Współczynnik wrażliwości c_i	$c_i \cdot u(x_i)$ [nm]
*Określenie długości z reszt ułamkowych**			
Odczyt reszty ułamkowej *	normalny	$\lambda/2$	3,0
Długość fali lasera *		L/λ	$2{,}04 \cdot 10^{-2}\,L$
Wzorcowanie lasera	normalny		
Stabilność długoterminowa	prostokątny		
Określenie długości za pomocą interferometru Renishaw **			
Odczyt wskazań **		1	18,7
Rozdzielczość	prostokątny		
Powtarzalność wskazań	normalny		
Naprowadzanie prążka	prostokątny		
Długość fali interferometru **		L	$5{,}20 \cdot 10^{-2}\,L$
Wzorcowanie interferometru	normalny		
Stabilność długoterminowa	prostokątny		
Efekty temperaturowe			
Pomiar temperatury płytki		αL	$1{,}66 \cdot 10^{-1}\,L$ * ($1{,}72 \cdot 10^{-1}\,L$ **)
Wzorcowanie multimetru	normalny		
Równanie interpolacyjne	normalny		
Dryf wskazań czujnika	prostokątny		
Zmiany temp. w trakcie pomiaru **	prostokątny		
Gradient temperatury w płytce	prostokątny		
Wsp. rozszerzalności liniowej	prostokątny	$L\theta$	$1{,}33 \cdot 10^{-1}\,L$
składowa drugiego rzędu		L	$9{,}62 \cdot 10^{-3}\,L$
Współczynnik załamania powietrza			
Temperatura powietrza		$-9{,}44 \cdot 10^{-1}\,L$	$1{,}74 \cdot 10^{-2}\,L$ * ($1{,}82 \cdot 10^{-2}\,L$ **)
Wzorcowanie multimetru i czujników	normalny		
Równanie interpolacyjne	normalny		
Dryf długoterminowy wskazań	prostokątny		
Zmiana temp. w trakcie pomiaru **	prostokątny		
Gradient temperatury powietrza	prostokątny		
Ciśnienie powietrza		$2{,}68 \cdot 10^{-3}\,L$	$1{,}84 \cdot 10^{-2}\,L$ * ($4{,}94 \cdot 10^{-2}\,L$ **)
Wzorcowanie barometru	normalny		
Zmiana ciśnienia w trakcie pom.	prostokątny		
Dryf długoterminowy wskazań	prostokątny		
Gradient ciśnienia	prostokątny		
Rozdzielczość barometru	prostokątny		
Wilgotność powietrza		$-8{,}67 \cdot 10^{-1}\,L$	$8{,}28 \cdot 10^{-3}\,L$ * ($8{,}29 \cdot 10^{-3}\,L$ **)
Wzorcowanie miernika	normalny		
Zmiana wskazań w trakcie pom.**	prostokątny		
Dryf długoterminowy	prostokątny		
Rozdzielczość interfejsu	prostokątny		
Zawartość CO_2 w powietrzu	prostokątny	$1{,}43 \cdot 10^{2}\,L$	$1{,}65 \cdot 10^{-2}\,L$
Równanie Edlen'a	normalny	L	$1 \cdot 10^{-2}\,L$
Adiustacja układu optycznego *			$4{,}42 \cdot 10^{-2}\,L$
Średnica światłowodu	normalny	$aL/(8f^2)$	$7{,}82 \cdot 10^{-4}\,L$
Ogniskowa kolimatora	normalny	$-a^2L/(8f^3)$	$1{,}57 \cdot 10^{-4}\,L$
Przesunięcie osi optycznej (*wyraz II rzędu*)	normalny	$L/(f^2\sqrt{2})$	$4{,}42 \cdot 10^{-2}\,L$
Adiustacja interferometru **		L	$1{,}37 \cdot 10^{-1}\,L$
Błąd kosinusowy	prostokątny		
Justowanie interferometru	prostokątny		
Błąd czoła fali *	prostokątny	1	11,55
Odchylenie od płaskorównoległości	normalny	1	6,95
Warstwa przywarcia	normalny	1	10
Punkty podparcia płytki	normalny	L	$4{,}70 \cdot 10^{-3}\,L$
Poprawka na zmianę fazy	prostokątny	1	11,55

opr. własne

*) Występuje tylko przy metodzie reszt ułamkowych.
**) Występuje tylko przy wykorzystaniu światła białego i interferometru Renishaw.

Literatura

[1] Lewis A. J.: *Absolute length measurement using multiple -wavelength phase-stepping interferometry*, PhD Thesis. University of London (1993).

[2] Bitou Y., Hirai A., Yoshimori H., Hong F., Zhang Y., Onae A., Seta K.: *Gauge block interferometer using three frequency-stabilized lasers*. Proc. SPIE 4401 (2001), 288-297.

[3] Iwasińska-Kowalska O., Dobosz M.: *A new method of non-contact gauge block calibration using the fringe counting technique: II. Experimental verification*. Optics & Laser Technology 42 (2010), 149-155.

[4] Ikonen E., Riski K.: *Gauge-block interferometer based on one stabilized laser and a white-light source*. Metrologia 30 (1993), 95-104.

Zaawansowane metody wzorcowania obciążeń przekładników

Grzegorz Sadkowski, Bogusław Pączek, Leszek Kotkiewicz (Zakład Elektryczny, GUM)

Artykuł ten opisuje aktualnie stosowane metody wzorcowań obciążeń przekładników w wybranych krajowych instytucjach metrologicznych (GUM w Polsce, ČMI w Czechach, PTB w Niemczech).

Opis i parametry obciążeń przekładników

Obciążenia przekładników (zwane potocznie skrzynkami obciążeń) są to przyrządy pomiarowe, które mają za zadanie odwzorować obciążenie elektryczne jakie stanowią dla przekładnika cewki wejściowe licznika energii elektrycznej. Istnieją dwa główne podziały obciążeń przekładników. Pierwszy ze względu na wielkość przetwarzaną: obciążenia napięciowe i prądowe. Drugi ze względu na charakter współczynnika mocy: rezystancyjne ($\cos\varphi = 1$) i indukcyjne ($\cos\varphi = 0{,}8$). Parametry obciążeń przekładników są znormalizowane, podobnie jak parametry samych przekładników. Występują obciążenia napięciowe na napięcia wtórne 100 V, 100/√3 V, 110 V, 110/√3 V. Znormalizowane wartości prądów obciążeń prądowych to 1 A i 5 A. Zakres wartości mocy pozornej obciążeń przekładników mieści się w szerokim zakresie od 1 do 500 VA.

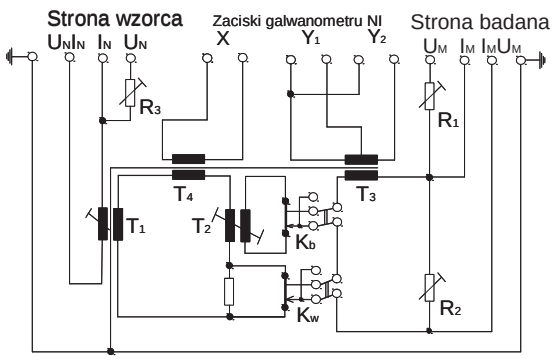
Błędy składowych czynnej i biernej nie powinny przekraczać wartości ± 3 % wartości znamionowych [2].

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Głównym Urzędzie Miar (GUM)

Podstawową metodą stosowaną w GUM jest metoda mostkowa. Wykorzystywany jest w tym celu kompensator prądu przemiennego KLW firmy Hartmann & Braun. Kompensator jest mostkiem równoważonym ręcznie. Jest to przyrząd uniwersalny służący do pomiaru wielu wielkości elektrycznych. Wyniki pomiarów odczytuje się z nastaw dekad K_w i K_b. Żeby wyznaczyć wartość mierzonej wielkości należy odczytane wyniki podstawić do odpowiednich wzorów (1)(2) [1].

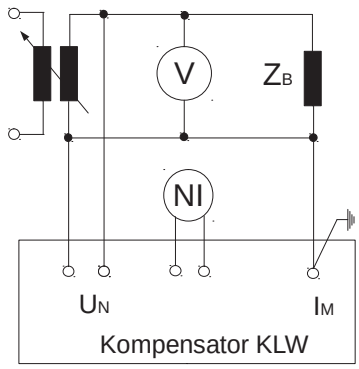
Obciążenia przekładników Z_B podłącza się jak na rysunku poniżej [1]. Spadek napięcia U_N na badanym obciążeniu Z_B jest równoważony w KLW napięciem wytwarzanym przez prąd I_M za pomocą rezystancji wchodzących w skład dekad K_w i K_b. Stan kompensacji (równowagi mostka) wskazuje galwanometr oscylograficzny NI.

$$R = \frac{U_N}{I_M} K_W \qquad (1)$$



Schemat wewnętrzny kompensatora KLW

opr. własne



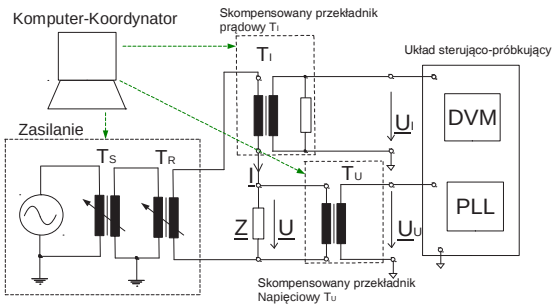
Schemat układu do wzorcowania obciążeń przekładników kompensatorem KLW

opr. własne

$$X = \frac{U_N}{I_M} K_B \qquad (2)$$

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) w Niemczech [3]

Układ do wzorcowania obciążeń przekładników pracujący w PTB przedstawiono na rysunku poniżej [3]. Wzorcowanie badanego obciążenia $\underline{Z}$, polega na próbkowaniu woltomierzem DVM napięcia $\underline{U}_U$ proporcjonalnego do spadku napięcia na $\underline{Z}$ oraz napięcia $\underline{U}_I$ proporcjonalnego do prądu przepływającego przez $\underline{Z}$. Próbkowanie odbywa się z częstotliwością zsynchronizowaną do częstotliwości sieci zasilającej za pomocą pętli synchronizacji fazowej PLL. Komputer koordynujący proces kalibracji oblicza dyskretną transformatę Fouriera (DFT) dla spróbkowanych napięć $\underline{U}_U$ i $\underline{U}_I$ i wyznacza zespoloną impedancję $\underline{Z}$.



Schemat blokowy układu do wzorcowania obciążeń przekładników w PTB

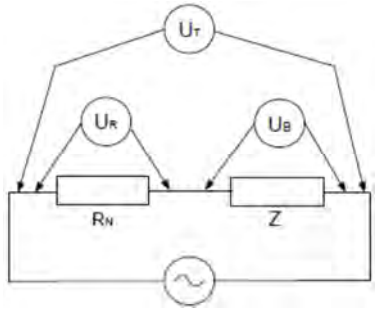
opr. własne

Metoda wzorcowania obciążeń przekładników stosowana w Czeskim Instytucie Metrologicznym (ČMI) [4]

Metoda trójwoltomierzowa wykorzystywana przez pracowników Czeskiego Instytutu Metrologicznego polega na jednoczesnym pomiarze trzech napięć, U_B w badanym obciążeniu Z, U_R na rezystorze wzorcowym R_N oraz napięciu U_T na dwójniku Z-R_N według rysunku.

Wzór na impedancję Z otrzymujemy z dzielnika napięciowego Z-R_N (3),

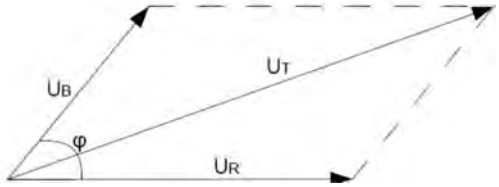
$$Z = \frac{U_B}{U_R} R_N \qquad (3)$$



Schemat metody trójwoltomierzowej

opr. własne

natomiast wzór na cosφ (4) wynika z wykresu wektorowego na rysunku poniżej. Jest to przekształcenie wzoru na przekątną równoległoboku.



Wykres wektorowy metody trójwoltomierzowej

opr. własne

$$\cos\varphi = \frac{U_T^2 - U_B^2 - U_R^2}{2U_B U_R} \qquad (4)$$

Znając Z i cosφ można wyznaczyć składowe impedancji: czynną (5) i bierną (6).

$$R = (\mathrm{Re}Z) = Z\cos\varphi \qquad (5)$$
$$X = (\mathrm{Im}Z) = Z\sin\varphi \qquad (6)$$

Wdrożenie metody trójwoltomierzowej w GUM

W Zakładzie Elektrycznym w GUM przeprowadzono próby wzorcowania napięciowych obciążeń przekładników metodą trójwoltomierzową. Na początku wywzorcowano kompensatorem KLW badane obciążenie napięciowe. Następnie to samo obciążenie wywzorcowano za pomocą metody trójwoltomierzowej. Wyniki otrzymane za pomocą KLW zostały użyte jako referencyjne w stosunku do wyników z metody trójwoltomierzowej. Wyniki uzyskane przy pomocy metody trójwoltomierzowej dla składowej biernej różniły się od uzyskanych

za pomocą KLW w niektórych punktach pomiarowych w granicach 1–2 %. Powyższe wartości są zbyt duże, żeby na obecnym etapie używać metody trójwoltomierzowej w GUM jako podstawowej metody sprawdzania obciążeń przekładników.

Wnioski

Zaletą metody trójwoltomierzowej i metody stosowanej w PTB jest możliwość pełnej automatyzacji pomiaru, przez którą rozumie się nastawianie punktów pomiarowych, zapis wyników pomiarów, wykonanie niezbędnych obliczeń oraz tworzenie protokołu pomiarowego. Kolejną zaletą jest możliwość łatwego uzyskania spójności pomiarowej dla tej metody od wzorców podstawowych znajdujących się w GUM (wzorce napięcia i rezystancji). Dokładność metody trójwoltomierzowej można podnieść poprzez zastosowanie woltomierzy o lepszych parametrach metrologicznych, rezystora wzorcowego o dużej mocy i wysoko stabilnego źródła zasilania. Zaletą stosowania obecnie w GUM metody mostkowej jest wzorcowanie obciążeń przekładników w szerokim zakresie. Wadą tej metody jest brak możliwości automatyzacji procesu pomiarowego oraz konieczność wzorcowania przyrządu w zagranicznej instytucji metrologicznej.

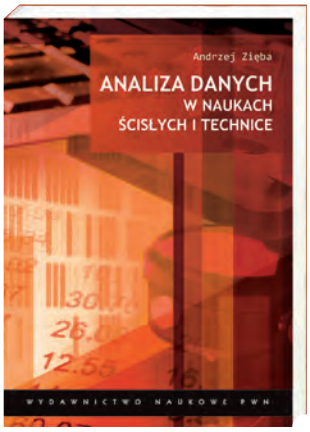
Literatura

[1] Instrukcja obsługi Kompensatora KLW.

[2] PTB Testing Instructions, wydanie 12 *Instrument Transformers*, Physikalisch-Technische Bundesanstalt 1977.

[3] Mohns E., Roeissle G., Kurten Ihnenfld W. G.: *PTB Instrument Transformer Burden Measurement System.*

[4] Draxler K., Styblikova R., Ulvr M.: *Advanced Procedures for Calibration of Instrument transformer Burdens.*



Andrzej Zięba: ***Analiza danych w naukach ścisłych i technice.***

Wydawnictwo Naukowe PWN 2013

Nakładem Wydawnictwa Naukowego PWN ukazała się książka autorstwa Pana profesora Andrzeja Zięby, pracownika Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, dotycząca analizy danych pomiarowych. Praca uwzględnia wykładnię reprezentowaną przez przewodniki wyrażania niepewności pomiaru. Obejmuje klasyczne rozwiązanie w postaci prawa propagacji niepewności, jak również nowe podejście w postaci propagacji rozkładów, realizowane metodą Monte Carlo. W kontekście tej metody, autor przedstawia algorytmy postępowania umożliwiające generowanie podstawowych rozkładów prawdopodobieństwa dla wielkości wejściowych, przez co wykonywanie obliczeń niepewności pomiaru metodą Monte Carlo staje się bezproblemowe, np. przy użyciu arkusza kalkulacyjnego.

Praca rozszerza klasyczne zagadnienie dopasowania prostej metodą najmniejszej sumy kwadratów o dopasowanie przy użyciu wielomianu. Autor omawia nieliniową metodę najmniejszych kwadratów oraz koncentruje się na badaniu jakości dopasowania, poprzez analizę niepewności parametrów dopasowania. Uogólnia metodę najmniejszych kwadratów poprzez uwzględnienie wpływu funkcji autokorelacji na wartości i niepewności parametrów dopasowania.

W książce zwrócono również uwagę na to, że dotychczasowe podejście, wyrażane przez przewodniki dotyczące opracowania danych pomiarowych, nie uwzględnia sytuacji pomiarowej, w której mamy do czynienia z wartościami odstającymi. Dlatego rozszerza swój zakres o problematykę opracowania takich danych, przy zastosowaniu statystyk odpornościowych. W tym aspekcie autor postuluje wykorzystanie mediany, jako parametru skupienia i jej odchylenia, jako parametru rozproszenia. Takie postępowanie jest nieczułe na pojawianie się wartości odstających, które w klasycznym postępowaniu należało eliminować ze zbioru danych pomiarowych.

Książka nawiązuje także do bardzo aktualnego problemu w metrologii związanego z redefinicją podstawowych jednostek miar układu SI. Autor nie szczędzi uznania dla podejmowanego w tym względzie międzynarodowego wysiłku mającego na celu oparcie definicji tych jednostek o niezmienne stałe fizyczne. Podsumowując – dzieło Pana profesora Zięby wpisuje się w nurt nowoczesnych opracowań dotyczących aktualnych problemów współczesnej metrologii naukowej.

oprac. dr Paweł Fotowicz, GUM

Precyzyjny światłowodowy transfer czasu i częstotliwości w relacji GUM-AOS (420 km)

Albin Czubla[1], Roman Osmyk[1], Piotr Szterk[1], Łukasz Śliwczyński[2], Przemysław Krehlik[2], Łukasz Buczek[2], Marcin Lipiński[2], Jerzy Nawrocki[3], Paweł Nogaś[3], Dariusz Lemański[3], Piotr Dunst[3] ([1] Zakład Elektryczny, GUM; [2] AGH, Kraków; [3] AOS CBK PAN, Borowiec)

W artykule przedstawiono najnowsze wyniki, prowadzonych w GUM i AOS oraz w ścisłej współpracy z AGH, badań nad precyzyjnym transferem czasu i częstotliwości przez włókna światłowodowe w oparciu o uruchomione pomiędzy GUM i AOS operacyjne łącze światłowodowe ze stabilizacją opóźnienia, o łącznej długości optycznej ok. 420 km.

Wprowadzenie

W styczniu 2012 roku, we współpracy z Telekomunikacją Polską S.A. oraz Poznańskim Centrum Superkomputerowo Sieciowym, zostało uruchomione dalekosiężne światłowodowe połączenie pomiędzy Głównym Urzędem Miar (GUM) w Warszawie a Obserwatorium Astrogeodynamicznym CBK PAN (AOS) w Borowcu k. Poznania – łącznie 420 km długości trasy optycznej z zainstalowanymi, opracowanymi i rozwijanymi przez Akademię Górniczo-Hutniczą (AGH), specjalizowanymi urządzeniami końcowymi (nadajnik i odbiornik) oraz urządzeniami do wzmacniania sygnału optycznego, zachowującymi symetrię opóźnień sygnałów optycznych transmitowanych w obu kierunkach przez to samo włókno [1-9]. Łącze to zachowuje stałą, stabilizowaną na poziomie kilkunastu ps, wartość opóźnienia, którą można wyznaczyć i kontrolować w oparciu o pomiar przedziału czasu pomiędzy sygnałami pomocniczymi w miejscu instalacji nadajnika. Równolegle pomiędzy oboma laboratoriami prowadzone są przy użyciu systemów do transferu czasu typu TTS-4 porównania z zastosowaniem metody GPS CV (*GPS Common-View*) i metody GPS PPP (*GPS Precise Point Positioning*).

Konfiguracja i kalibracja połączenia

Zastosowana na łączu GUM-AOS metoda precyzyjnego transferu czasu i częstotliwości poprzez włókna światłowodowe [1-4] wymaga obecnie tzw. „ciemnego" włókna światłowodowego, nieobciążonego zwykłym ruchem telekomunikacyjnym. Transfer wzorcowych sygnałów czasu 1 pps (*1 pulse per second*) i częstotliwości 5/10 MHz (*sygnał sinusoidalny*) odbywa się jednokierunkowo: od nadajnika do odbiornika. Na wyjściach odbiornika generowany jest sygnał 10 MHz i 1 pps.

Nadajnik został zainstalowany w Laboratorium Czasu i Częstotliwości w GUM (Warszawa), gdzie utrzymywany jest państwowy wzorzec jednostek miar czasu i częstotliwości, a odbiornik zainstalowano w Laboratorium Czasu w AOS CBK PAN. Dodatkowo na trasie GUM–AOS zainstalowano 6 dwukierunkowych wzmacniaczy optycznych w celu kompensacji tłumienia sygnału, a każde z urządzeń wyposażono w interfejs Ethernet do zdalnej kontroli ich pracy.

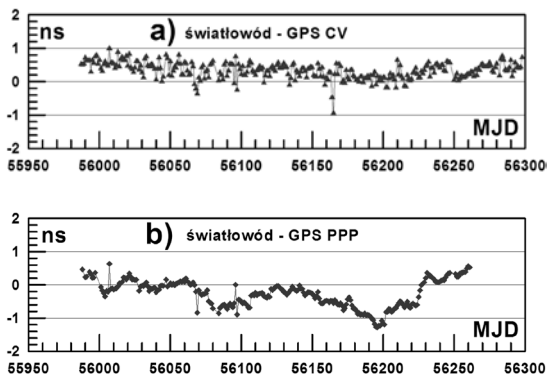
Łącznie uzyskano połączenie o długości optycznej ok. 420 km, odległości w linii prostej ok. 270 km, skumulowanej dyspersji chromatycznej ok. 1700 ps/nm, tłumieniu ok. 120 dB i, w skali roku, wahaniach kompensowanego opóźnienia światłowodu ok. 300 ns [1].

Łącze skalibrowano na poziomie niepewności rozszerzonej ok. 0,25 ns (przy poziomie ufności ok. 95 %), co jest istotne, tylko w oparciu o: wykonane przed docelową instalacją systemu pomiary stałych opóźnień wewnętrznych urządzeń nadawczych i odbiorczych, następnie pomiary parametrów optycznych zestawionej linii światłowodowej oraz, po uruchomieniu połączenia, dodatkowe pomiary przedziału czasu wykonywane lokalnie w laboratorium, z którego nadawane są sygnały, i oszacowanie wartości poprawki Sagnaca w oparciu o przybliżoną znajomość trasy światłowodu.

Wyniki pomiarów

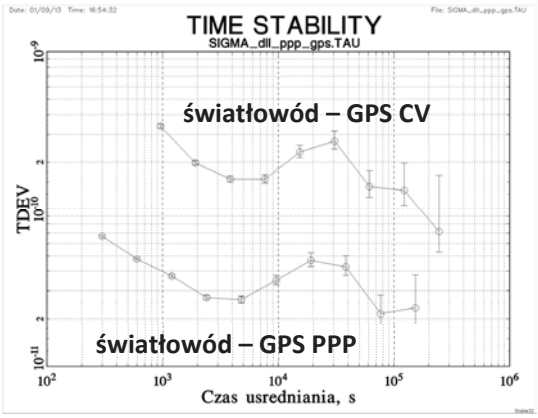
Przykładowe wyniki pomiarów ze światłowodowego transferu sygnałów czasu i częstotliwości z GUM do AOS przedstawiono na rysunkach w postaci obserwowanych różnic wyników pomiędzy tą metodą a metodami GPS CV i GPS PPP oraz analizy stabilności tych różnic.

Uzyskane wyniki pomiarów potwierdzają poprawność dokonanej kalibracji łącza światłowodowego oraz wysoką stabilność i perspektywiczność rozwijanej metody światłowodowej transferu czasu i częstotliwości.



Różnice średnich dobowych wartości UTC(PL)-UTC(AOS) uzyskanych z metody światłowodowej i odpowiednio metod GPS CV (a) i GPS PPP (b)

opr. własne



Wykres odchylenia Allana w dziedzinie czasu (TDEV) wyznaczony dla okresu 10-dniowego z różnic pomiędzy cząstkowymi wynikami pomiarów uzyskiwanymi podczas pomiarów UTC(PL)-UTC(AOS) metodą światłowodową a odpowiednio metodą GPS CV lub GPS PPP

opr. własne

Literatura

[1] Śliwczyński Ł., Krehlik P., Czubla A., Buczek Ł., Lipiński M.: *Dissemination of time and RF frequency via stabilized fiber optic link over the distance of 420 km*, Metrologia, (2012) przyjęte do druku.

[2] Śliwczyński Ł., Krehlik P., Buczek Ł., Lipiński M.: *Active propagation delay stabilization for fiber optic frequency distribution using controlled electronic delay lines*, IEEE Trans. on Instrum. and Meas., 60 (2011), 1480-1488.

[3] Krehlik P., Śliwczyński Ł., Buczek Ł., Lipiński M.: *Fiber optic joint time and frequency transfer with active stabilization of the propagation delay*, IEEE Trans. on Instrum. and Meas., 61 (2012), 2844-2851.

[4] Śliwczyński Ł., Krehlik P., Buczek Ł., Lipiński M.: *Frequency transfer in electronically stabilized fiber optic link exploiting bidirectional optical amplifiers*, IEEE Trans. on Instrum. and Meas., 61 (2012), nr 9, 2573-2580, DOI 10.1109/TIM.2012.2188663.

[5] Czubla A., Konopka J., Górnik M., Adamowicz W., Struś J., Romsicki J., Lipiński M., Krehlik P., Śliwczyński Ł., Wolczko A.: *Dwukierunkowa transmisja sygnałów czasu poprzez światłowód*. PAK, 53 bis (2007), nr 9/2007, 289-292.

[6] Czubla A., Osmyk R., Szterk P.: *Porównanie transferu czasu metodą GPS CV i metodą dwukierunkową z zastosowaniem włókien światłowodowych*, PAK, 56/09 (2010), 1012-1015.

[7] Czubla A., Śliwczyński Ł., Krehlik P., Buczek Ł., Lipiński M., Nawrocki J.: *Stabilization of the propagation delay in fiber optics in a frequency distribution link using electronic delay lines: first measurement results*, Proc. of PTTI (2010), 389-396.

[8] Śliwczyński Ł, Krehlik P., Buczek Ł., Lipiński M., Kołodziej J.: *Fiber optic RF frequency transfer on the distance of 480 km with active stabilization of the propagation delay*, Proc. of EFTF, Göteborg, Szwecja (2012), 424-426.

[9] Czubla A., Osmyk R., Szterk P., Adamowicz W., Marszalec M., Śliwczyński Ł.: *Optical Fiber Time and Frequency Transfer inside Urban Telecom Network in Warsaw – Results of Initial Tests*, Proc. of EFTF, Göteborg, Szwecja, (2012), 371-374.

Autorzy niniejszego artykułu składają serdeczne podziękowania: Telekomunikacji Polskiej S.A. oraz Poznańskiemu Centrum Superkomputerowo-Sieciowemu za udostępnienie połączenia światłowodowego.

Praca została częściowo sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach grantu DEC-2011/03/B/ST7/01833.

Modernizacja przesuwu karetki pomiarowej na stanowisku komparatora interferencyjnego do wzorcowania wzorców kreskowych

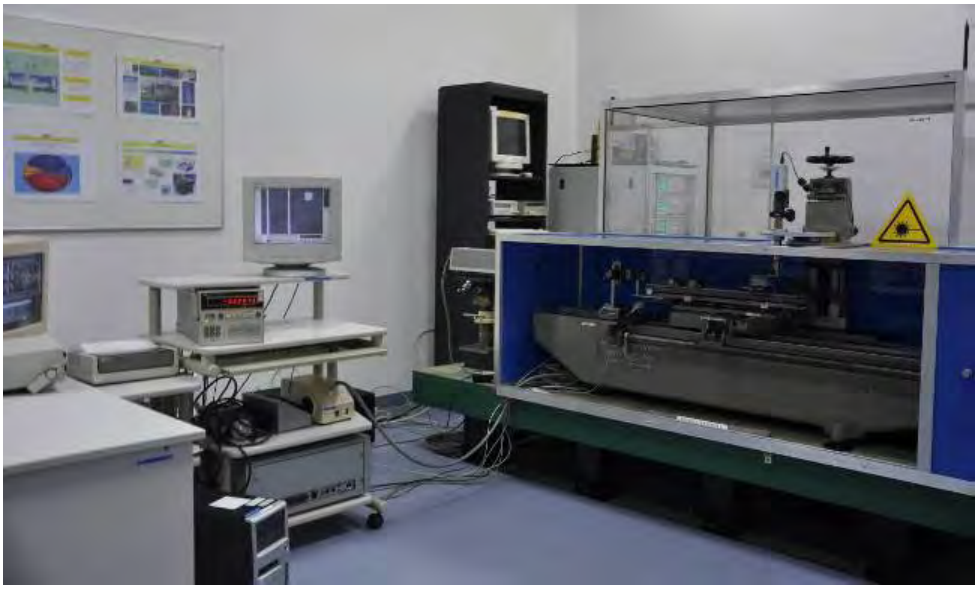
Piotr Sosinowski (Zakład Długości i Kąta, GUM)

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów wraz ze sposobem wyznaczenia błędów geometrycznych stolika powietrznego i ich wpływ na niepewność pomiaru wzorców kreskowych.

Wstęp

Wzorce kreskowe są ważnymi materialnymi wzorcami długości, używanymi do dokładnego pozycjonowania lub pomiarów w jednym, dwóch i trzech wymiarach [1]. Pełnią istotną rolę w zapewnieniu spójności pomiarów wykonywanych za pomocą przyrządów takich, jak: mikroskopy uniwersalne, projektory pomiarowe, maszyny długościowe, lupy pomiarowe. Wykonuje się je także poprzez coraz powszechniej stosowane systemy wizyjne do pomiaru długości. Rosnące potrzeby na wzorcowanie tego rodzaju przyrządów oraz konieczność zapewnienia realizacji usług na odpowiednim poziomie wymagają utrzymywania i ciągłej modernizacji jedynego w kraju stanowiska pomiarowego do wzorcowania wzorców kreskowych. Dokładność wzorcowania w dużej mierze zależy od dokładności realizacji ruchu karetki pomiarowej z zamocowanym na niej wzorcem kreskowym zarówno względem układu wizyjnego, jak i interferometru laserowego, stanowiącego wzorzec odniesienia. Na dokładność przesuwu negatywny wpływ ma szereg czynników, które powodują, że wartość zmierzona różni się od wartości prawdziwej. Do czynników tych należy niedokładność wykonania oraz zużycie elementów przeniesienia napędu, takich, jak układ śruba-nakrętka czy też zużycie prowadnic. Dzięki zastąpieniu przesuwu mechanicznego precyzyjnym przesuwem pneumatycznym [2, 3], uzyskano znacznie mniejszą niepewność wzorcowania wzorców kreskowych.

Artykuł ma na celu zaprezentowanie zmodernizowanego stanowiska umożliwiającego wzorcowanie wzorców



Komparator interferencyjny do wzorcowania wzorców kreskowych

fot. arch. GUM

kreskowych oraz wskazanie wpływu błędów nieprostoliniowości przesuwu karetki pomiarowej na wyniki pomiarów i ich niepewność.

Budowa stanowiska pomiarowego

Na zdjęciu przedstawiono komparator interferencyjny do wzorcowania wzorców kreskowych. Stanowisko znajduje się w pomieszczeniu laboratoryjnym o kontrolowanej temperaturze otoczenia w granicach (20 ± 1) °C i jest ustawione na specjalnej, odizolowanej od drgań podłoża, płycie oraz osłonięte obudową zabezpieczającą przed ruchami powietrza. Ponadto główne źródła ciepła umieszczone zostały poza obudową stanowiska.

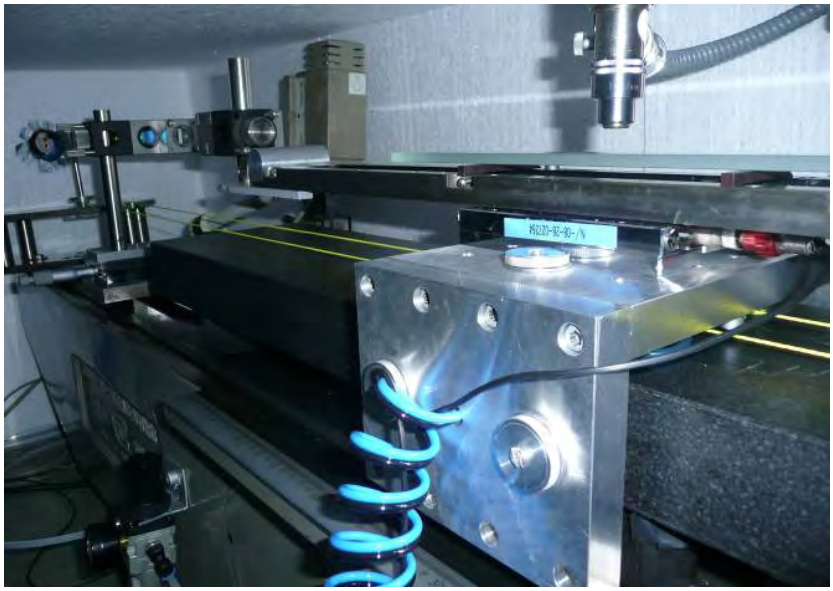
Podstawą stanowiska jest masywne łoże maszyny długościowej, na którym przesuwa się zdalnie sterowana karetka pomiarowa z zamontowanym na niej stolikiem pomiarowym, mierzonym wzorcem kreskowym i optyką interferometru laserowego. Kolumna pionowa służy do zamocowania i ustawienia mikroskopu z kamerą CCD, poprzez które obraz kresek wzorca jest przekazywany na ekran monitora. Wzorcem odniesienia jest laser He-Ne interferometru HP-5528A z urządzeniem odczytowym, kompletem trzech czujników temperatury materiału i zespołem kompensacji długości fali w powietrzu [4, 5].

Stolik pomiarowy, przedstawiony na zdjęciu poniżej, stanowi liniał granitowy prosty o wymiarach (1000 x 160 x 50) mm, jako prowadnica, ustawiona na odpowiednich podporach, po której, dzięki zastosowaniu poduszek powietrznych zasilanych sprężonym powietrzem, przesuwa się korpus stolika. Przesunięcie stolika powietrznego realizowane jest przez napęd cięgnowy, który stanowi naprężona linka napędzana przez silnik krokowy z przekładnią planetarną.

W budowie stolika powietrznego wykorzystano zasadę działania łożysk powietrznych, która polega na zrównoważeniu siły ciężkości przesuwanego korpusu stolika przez siłę wywołaną ciśnieniem powietrza, działającym na powierzchnię nośną łożyska. Sprężone powietrze, przez wlot i wykonany w łożysku powietrznym otwór, dostarczane jest pod powierzchnię nośną łożyska i powierzchnię oporową, tworząc cienką warstwę, zwaną filmem powietrznym, o grubości od kilku do kilkudziesięciu mikrometrów, nie dopuszczając do bezpośredniego kontaktu tych powierzchni. Następuje wówczas zanik sił tarcia pomiędzy łożyskiem powietrznym a liniałem granitowym, co umożliwia łatwe przesuwanie korpusu stolika.

Grubość filmu powietrznego nakłada wysokie wymagania dotyczące powierzchni oporowej, której chropowatość i falistość muszą być mniejsze od jego grubości. W przypadku błędów kształtu prowadnicy większych od grubości filmu powietrznego następuje mechaniczny styk i pojawia się siła tarcia, a w przypadku wgłębień powietrze nimi szybko wypływa, powodując spadek ciśnienia i utratę nośności.

Korpus stolika powietrznego wykonany jest w formie ceownika z aluminium, w którym wykonano nagwintowane otwory, umożliwiające montaż poduszek powietrznych. W zastosowanym rozwiązaniu wykorzystano 6 po-



Widok ogólny stolika powietrznego z napędem cięgnowym

fot. arch. GUM

duszek powietrznych: trzy przesuwają się po powierzchni górnej i trzy po ścianach bocznych prowadnicy granitowej. Takie rozmieszczenie ułatwia wypoziomowanie korpusu stolika względem prowadnicy.

Przeniesienie napędu z silnika krokowego realizowane jest za pomocą przekładni cięgnowej, którą stanowi specjalna linka kevlarowa, zamocowana do górnej płyty korpusu stolika powietrznego, opasująca dwa, przeciwległe zamocowane koła. Z silnika krokowego, sterowanego z komputera poprzez port USB, moment obrotowy przekazywany jest na planetarną przekładnię redukcyjną z kołem napędowym, a następnie zamieniany na siłę ciągnącą korpus stolika powietrznego po prowadnicy granitowej.

Wnioski

W artykule przedstawiono modernizację stanowiska pomiarowego do wzorcowania wzorców kreskowych polegającą na zaprojektowaniu i wykonaniu stolika powietrznego, zbudowanego z prowadnicy granitowej i łożysk powietrznych, napędzanego przez silnik krokowy. Potrzeba takiej modernizacji wyniknęła po analizie raportu z porównań międzynarodowych EUROMET.L-K7 [14], dotyczących wzorcowania wzorców kreskowych, w których Laboratorium Długości uczestniczyło w 2007 r. Przegląd opisu stanowisk pomiarowych wykorzystywanych przez wiodące europejskie NMIs potwierdził konieczność zastąpienia dotychczas stosowanego przesuwu mechanicznego precyzyjnym przesuwem pneumatycznym, w celu uzyskania znacznie mniejszej niepewności wzorcowania wzorców kreskowych. Zastosowanie łożysk powietrznych, charakteryzujących się precyzją, bardzo niskim współczynnikiem tarcia, dobrą sztywnością i niezwykle dużą żywotnością, pozwoliło na zwiększenie odporności na wibracje, umożliwiło przesunięcie karetki pomiarowej przy użyciu minimalnej siły napędowej, a przede wszystkim znacznie zmniejszyło odchylenie od prostoliniowości. Konstrukcja umożliwiła zmniejszenie pochylenia kątowego stolika powietrznego w płaszczyźnie poziomej i pionowej prawie 10-krotnie, do wartości 1,2 arc sec, a tym samym zmniejszenie niepewności związanej z błędami Abbego [9] i cosinusowym [10-13], spowodowanymi kątowym pochyleniem karetki pomiarowej względem interferometru laserowego oraz mikroskopu z kamerą CCD.

Literatura

[1] Koops R., Mares A., Nieuwenkamp J.: *A new standard for line-scale calibrations in the Netherlands*. Mikroniek nr 4, 2010.

[2] Sawabe M., Maeda F., Yamaryo Y., Simomura T., Saruki Y., Kubo T., Sakai H. and Aoyagi S.: *A new vacuum interferometric comparator for calibrating the fine linear encoders and scales*, Precis. Eng. Vol. 28, 320-328, 2004.

[3] *Air bearing application and design guide*, New Way Precision, 2003.

[4] HP 5528A – *Laser Measurement System-User's Guide*.

[5] Bönsch G., Potulski E.: *Measurement of the refractive index of air and comparison with modified Edlen's formulae*. Metrologia, vol. 35, 133-139.

[6] PN-EN ISO/IEC 17025: 2005, *Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących*.

[7] *Wyrażanie niepewności pomiaru*. Przewodnik. GUM, 1999 r.

[8] Sosinowski P.: *Źródła niepewności przy wzorcowaniu wzorców kreskowych na komparatorze interferencyjnym*. Metrologia – Biuletyn GUM, 2011.

[9] Koning R., Flugge J., Bosse H.: *A method for the in situ determination of Abbe errors and their correction*. Measurement Science and Technology, vol. 18, 2007.

[10] Jakstas A., Kausinis S., Barauskas R., Kasparaitis A., Barakauskas A.: *Investigation of dynamics-induced errors of long line scale calibration systems*, Measurement 44, 976-987, 2011.

[11] Köning R., Flügge J., Bosse H.: *Achievement of sub nanometer reproducibility in line scale measurements with the Nanometer Comparator*, Proc. SPIE, vol. 6518, 65183F, 2007.

[12] Baldwin R. R., Truhe L. E., Woodruff D. C.: *Laser optical components for machine tool and other calibrations*, H-P Journal, 1983.

[13] Lassila A.: *MIKES fibre-coupled differentia dynamic line scale interferometer*, Measurement Science and Technology, vol. 23, 2012.

[14] Final Report EUROMET.L-K7 – Key Comparison: *Calibration of line scales*, Metrologia 49 (Tech. Suppl.).

Pomiary refraktometryczne w GUM

Beata Warzywoda (Zakład Fizykochemii, GUM)

W artykule przedstawiono metody pomiaru współczynnika załamania, goniometryczną i refraktometryczną. Metoda goniometryczna jest bezwzględną metodą pomiaru i pozwala na uzyskanie najwyższych dokładności. Metoda refraktometryczna najczęściej oparta jest na zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia i wykorzystywana w przyrządach zwanych refraktometrami.

Refraktometria

Refraktometria należy do optycznych metod analitycznych i wykorzystywana jest do wyznaczania współczynnika załamania światła lub wielkości funkcjonalnie z nim związanych.

Zjawisko załamania światła jest znane od dawna. W celu ujęcia zjawiska ilościowo, wprowadza się wielkość zwaną współczynnikiem załamania i oznacza literą n. Współczynnik załamania charakteryzuje właściwości optyczne określonego materiału i jest zdefiniowany poprzez prędkość fali świetlnej [1]:

$$n = \frac{c}{v_f} \tag{1}$$

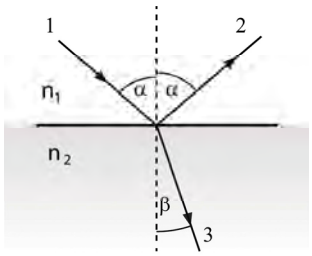
gdzie c jest prędkością fali świetlnej w próżni, a v_f prędkością fazową tej fali w badanym materiale. Inaczej można powiedzieć, że przyczyną załamania drogi promieni jest zmiana prędkości rozchodzenia się światła w ośrodkach o różnej gęstości optycznej. Współczynnik załamania światła jest wielkością charakteryzującą daną substancję. Jest to wielkość bezwymiarowa, zmienna, zależna zarówno od warunków, w których znajduje się badany ośrodek, czyli: temperatura, ciśnienie, wilgotność, jak i od długości fali padającego promieniowania λ. Przy pomiarze współczynnika załamania światła korzystamy z prawa załamania, sformułowanego przez Snelliusa. Mówi ono, że jeśli wiązka światła pada na granicę dwóch ośrodków przeźroczystych o różnych współczynnikach załamania n_1 i n_2, wówczas częściowo zostaje odbita, a częściowo przechodzi do drugiego ośrodka, ulegając załamaniu.

Zgodnie z prawem Snelliusa (rys. obok) promień padający (1), odbity (2) i załamany (3) oraz prosta prostopadła do granicy rozdziału ośrodków (linia przerywana), leżą w jednej płaszczyźnie, kąt odbicia jest równy kątowi padania, a stosunek sinusa kąta padania, a do sinusa kąta załamania β jest dla danej pary ośrodków wielkością stałą, zwaną współczynnikiem załamania [2], czyli:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1} \tag{2}$$

W przypadku, kiedy promień świetlny przenika do jakiegoś ośrodka z próżni, czyli gdy $n_1 = 1$, stosunek $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$ wyraża tzw. bezwzględny współczynnik załamania światła, oznaczany czasami w literaturze symbolem N (głównie dla gazów).

Próżnię jako ośrodek odniesienia stosuje się przede wszystkim przy pomiarach współczynnika załamania światła gazów. Przy pomiarach współczynnika załamania światła cieczy i ciał stałych wyznacza się współczynnik załamania światła względem powietrza i oznacza zwykle symbolem n. Współczynnik załamania zależy od długości fali świetlnej λ padającej na granicę rozdziału powietrze – ośrodek, temperatury t, ciśnienia atmosferycznego p i wilgotności powietrza w. Zmiana temperatury badanego medium powoduje zmianę jego gęstości i w konsekwencji zmianę współczynnika załamania światła [3]. Wzrost temperatury wywołuje zmniejszenie wartości współczynnika załamania światła cieczy rzędu 10^{-4}. Dla ciał stałych występują zmiany rzędu 10^{-6} i zazwyczaj są dodatnie. Wpływ ciśnienia na wartość współczynnika załamania światła cieczy i ciał stałych jest nieznaczny ponieważ wzrost ciśnienia o jedną atmosferę powoduje zwiększenie wartości n rzędu $3 \cdot 10^{-5}$. Zależność współczynnika załamania od ciśnienia ma większe znaczenie dla ośrodków gazowych, gdzie wartość bezwzględnego współczynnika załamania gazów wyraża się równaniem:



Bieg promieni na granicy dwóch ośrodków

opr. własne

$$N-1=\frac{N_0-1}{1+\alpha\cdot t}\cdot\frac{p}{1013{,}25} \qquad (3)$$

gdzie:

N – bezwzględny współczynnik załamania gazu w warunkach pomiaru, przy temperaturze t i pod ciśnieniem p,

N_0 – bezwzględny współczynnik załamania gazu w temperaturze t = 20 °C, pod ciśnieniem p =1013,25 hPa,

α – temperaturowy współczynnik rozszerzalności objętościowej gazów, który przy stałym ciśnieniu w zakresie widma widzialnego wynosi 0,00037 °C^{-1}.

Jak wspomniano wcześniej współczynnik załamania światła zależy od długości fali świetlnej λ. Zależność tę określa się jako refrakcję dyspersyjną. W zakresie dyspersji normalnej wartość współczynnika załamania światła maleje ze wzrostem długości fali, natomiast w zakresie długości fal odpowiadających absorpcji promieniowania zachodzi dyspersja anormalna i następuje wzrost jego wartości. Związek między długością fali a współczynnikiem załamania światła można przedstawić za pomocą równania Cauch'ego:

$$n=A+\frac{B}{\lambda^2} \qquad (4)$$

gdzie A i B to stałe empiryczne.

Przy pomiarach współczynnika załamania światła z dokładnością 10^{-6} należy również uwzględnić wilgotność powietrza i to szczególnie przy pomiarach w temperaturze wyższej niż pokojowa. Współczynnik załamania jako funkcja wilgotności charakteryzowany jest przez wiele formuł eksperymentalnych [4].

W warunkach laboratoryjnych do pomiaru współczynnika załamania światła cieczy, gazów i ciał stałych stosuje się następujące długości fal promieniowania monochromatycznego:

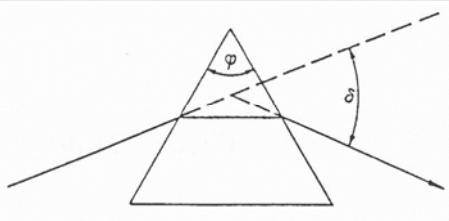
λ_F = 486,1 nm – niebieska linia wodoru (F),
λ_e = 546,1 nm – zielona linia rtęci (e),
λ_D = 589,3 nm – żółte światło dubletu sodu (D),
λ_C = 656,3 nm – czerwona linia wodoru (C).

Jako warunki odniesienia w pomiarach współczynnika załamania światła przyjmuje się temperaturę t = 20 °C, długość fali świetlnej λ = 589,3 nm, ciśnienie atmosferyczne p = 1013,25 · 102 Pa, wilgotność względną w = 50 % [5].

Metody pomiarowe

Metoda goniometryczna

Metoda goniometryczna [4, 6, 7] jest bezwzględną metodą pomiaru współczynnika załamania światła. Zajmuje czołowe miejsce wśród innych metod, jak również pozwala na uzyskanie najwyższych dokładności pomiaru współczynnika załamania światła (rzędu 10^{-6}). W pomiarach goniometrycznych materiałem badanym jest pryzmat ograniczony dwoma płaszczyznami tworzącymi ze sobą kąt φ zwany kątem łamiącym (rys. powyżej). Zasada biegu promieni w pryzmacie jest następująca: na pryzmat pada wiązka promieni równoległych, która po wyjściu z pryzmatu zostaje odchylona o pewien kąt δ zwany kątem minimalnego odchylenia. Kąt δ jest najmniejszy, jeżeli wewnątrz pryzmatu promień biegnie prostopadle do dwusiecznej kąta łamiącego.



Bieg promienia światła monochromatycznego w pryzmacie
opr. własne

Przy pomiarach współczynnika załamania światła cieczy i gazów umieszcza się je w naczyniu w kształcie pryzmatu o płasko-równoległych ścianach, które nie wnoszą dodatkowego załamania. Pomiar współczynnika załamania światła w metodzie goniometrycznej sprowadza się do wyznaczenia kąta łamiącego oraz kąta minimalnego odchylenia w pryzmacie. Współczynnik załamania światła wyznacza się z następującego wzoru:

$$n=\frac{\sin\frac{\delta+\phi}{2}}{\sin\frac{\phi}{2}} \qquad (5)$$

gdzie:

n – współczynnik załamania światła danej substancji,
δ – kąt najmniejszego odchylenia w pryzmacie,
φ – kąt łamiący pryzmatu.

Wykonanie pomiarów metodą goniometryczną z dokładnością rzędu 10^{-6} wymaga uwzględnienia parametrów pomiarowych, takich jak: temperatura, długość fali, ciśnienie i wilgotność względna powietrza. Ponadto ważną rolę odgrywają:

- wielkość kąta łamiącego pryzmatu (spełniona nierówność : $\frac{\phi}{2}<\frac{1}{n}$),
- niepewność wyznaczenia kąta łamiącego i najmniejszego odchylenia,
- jakość wykonania pryzmatów (tj. wklęsłość i chropowatość ścian łamiących oraz nieprostopadłość ścian łamiących do podstawy pryzmatu), odpowiednia płaskość powierzchni [1].

Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła

Stanowisko pomiarowe do odtwarzania jednostki współczynnika załamania światła stanowi goniometr -spektrometr firmy Möller-Wedel (fot. poniżej), pryzmaty równoboczne BK7 i PTB 679 oraz dwa pryzmaty wnękowe do pomiaru współczynnika załamania światła cieczy. Goniometr–spektrometr zapewnia możliwość wykonywania pomiarów w zakresie od 1,3 ÷ 1,9 z dokładnością 10^{-6} wartości współczynnika załamania światła [8].

Stanowisko państwowego wzorca jednostki współczynnika załamania światła

fot. arch. GUM

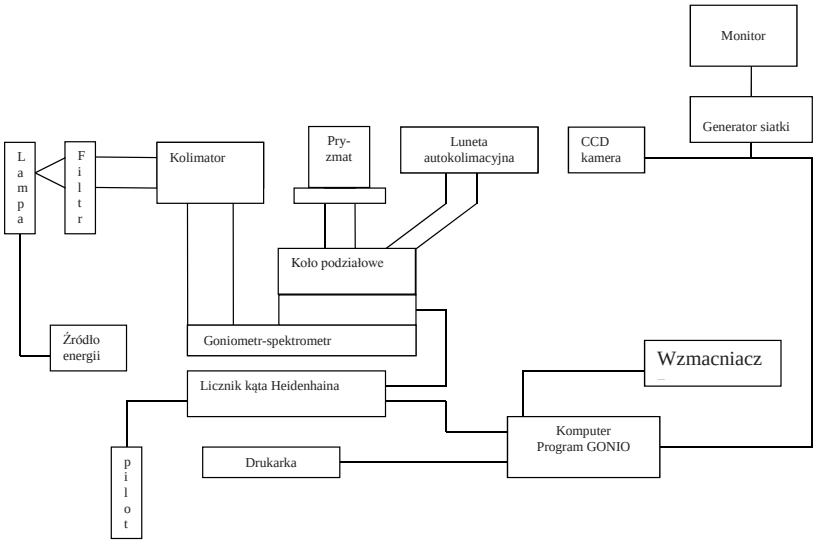
Budowa i opis działania Goniometru-Spektrometru II VIS-UV-IR

Podstawowymi częściami Goniometru-Spektrometru II VIS-UV-IR są:

- koło podziałowe z ramieniem obrotowym i dwoma elektronicznymi głowicami umieszczonymi w pozycji 180° względem siebie (zakres koła podziałowego bez kolimatora wynosi od 0° do 360°),
- stolik pryzmatu ze śrubami justującymi służącymi do ustawienia wysokości i obrotu stolika,
- kolimator do pomiarów spektralnych w zakresie od 254 nm do 2325 nm,
- luneta autokolimacyjna,
- kamera CCD z generatorem siatki i monitorem,
- licznik kąta o rozdzielczości 0,0001° lub 0,4″,
- 6 lamp spektralnych w obudowie z filtrami interferencyjnymi, z przerywaczem strumienia i przysłoną tęczówkową o zmiennej średnicy od 1,2 mm do 3,0 mm,
- komputer z oprogramowaniem do pomiarów kąta i obliczania wartości współczynnika załamania światła.

Pomiary kątów pryzmatu odbywają się na zasadzie fotoelektrycznej przy użyciu kamery CCD. Obrót ramienia koła podziałowego goniometru-spektrometru generuje sygnał elektryczny w dwóch czułych głowicach, który jest wyświetlany na ekranie licznika kąta VRZ 460. Zmierzone wartości kątów przekazywane są poprzez interfejs RS-232C do komputera. Komputer ma zainstalowane programy do pomiarów kątów i obliczania współczynników załamania światła: program „GONIO" – w zakresie UV-VIS oraz „GONIO IR" – dla zakresu bliskiej podczerwieni. Współczynniki załamania światła obliczane są dla warunków otoczenia, a następnie przeliczane przez program „GONIO" na wartości współczynników załamania dla warunków odniesienia, korzystając ze skorygowanego równania dla współczynnika załamania światła powietrza [10]. Temperatura otoczenia, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność względna powietrza oraz współczynnik temperaturowy szkła mierzonego pryzmatu lub cieczy wprowadzane są do programu komputerowego w momencie wyznaczania kąta najmniejszego odchylenia [11].

Niepewność wyznaczenia wartości współczynnika załamania światła metodą goniometryczną uzależniona jest od dokładności pomiaru goniometrycznego (niepew-



Schemat budowy państwowego wzorca jednostki współczynnika załamania światła [9]

opr. własne

ność wyznaczenia kąta łamiącego i kąta najmniejszego odchylenia w pryzmacie) oraz obróbki pryzmatu.

Niepewność rozszerzona wyznaczenia wartości współczynnika załamania światła wzorców stałych dla $k = 2$ i poziomu prawdopodobieństwa ok. 95 %, uzyskana na stanowisku państwowego wzorca jednostki współczynnika załamania światła, wynosi od $3 \cdot 10^{-6}$ do $1 \cdot 10^{-5}$.

Metoda ta stosowana jest do wyznaczania wartości współczynników załamania światła (rzędu 10^{-6}) ciał stałych w postaci pryzmatów, głównie w przemyśle optycznym, lub cieczy umieszczonych w pryzmatach wnękowych.

Metoda refraktometryczna

Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia

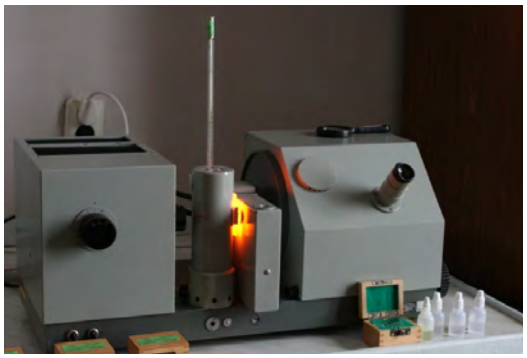
Metoda refraktometryczna najczęściej oparta jest na wykorzystaniu zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznaczeniu współczynnika załamania światła poprzez pomiar kąta granicznego w przyrządach zwanych refraktometrami.

W ośrodku optycznie gęstszym (ośrodek I) promień biegnie bliżej normalnej do powierzchni niż w ośrodku optycznie rzadszym (ośrodek II). Jeżeli promień świetlny biegnący w ośrodku optycznie gęstszym pada na powierzchnię odgraniczającą ten ośrodek od drugiego ośrodka o mniejszej gęstości optycznej, pod kątem α, to promień załamany będzie większy od kąta padania α. Ze wzrostem kąta padania wzrasta kąt załamania. Przy pewnej wartości kąta padania α_{gr} kąt załamania jest równy 90°. Promienie padające powyżej kąta α_{gr} ulegają tylko odbiciu. Zjawisko to nosi nazwę całkowitego wewnętrznego odbicia [12].

W pomiarach refraktometrycznych wykorzystuje się zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia zachodzące przy przejściu promieni z ośrodka optycznie rzadszego do gęstszego. Przy kącie padania α niemal równym 90° promienie załamują się pod kątem granicznym, stanowiącym granicę między częścią oświetloną a nieoświetloną ośrodka optycznie gęstszego. Zgodnie z definicją współczynnika załamania światła, znając współczynnik załamania ośrodka gęstszego, wyznacza się współczynnik ośrodka rzadszego mierząc wartość kąta granicznego.

Stanowisko pomiarowe do wzorcowania wzorców współczynnika załamania światła

Stanowisko pomiarowe do wyznaczania współczynnika załamania światła ciekłych i stałych wzorców refraktometrycznych stanowi refraktometr wizualny Pulfricha. Jest przyrządem bardzo precyzyjnym, dlatego też należy obchodzić się z nim bardzo ostrożnie. Z uwagi na swoją konstrukcję i duże gabaryty, refraktometr Pulfricha nie jest przyrządem typowo użytkowym. Obecnie jest rzadko stosowany.

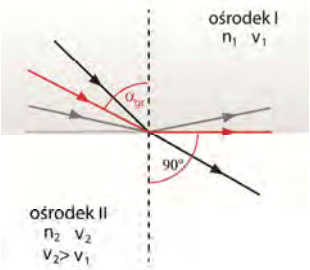


Refraktometr Pulfricha

fot. arch. GUM

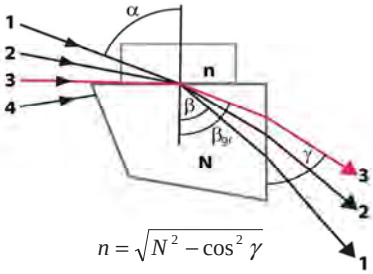
Konstrukcja refraktometru Pulfricha umożliwia stosowanie różnych metod refraktometrycznych. Poprzez zastosowanie różnych pryzmatów pomiarowych (G_o i V_o) możliwy jest pomiar kąta granicznego całkowitego wewnętrznego odbicia, jak również pomiar odchylenia promienia świetlnego.

Przy zastosowaniu pryzmatu G_o mierzymy kąt graniczny. Bieg promieni w przypadku pryzmatu G_o pokazuje rysunek poniżej.



Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia

opr. własne



$$n = \sqrt{N^2 - \cos^2 \gamma}$$

Bieg promieni w pryzmacie G_o

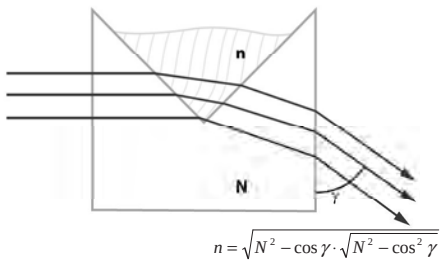
opr. własne

Aby zmierzyć graniczny kąt całkowitego wewnętrznego odbicia, trzeba oświetlić pryzmat sposobem dyfuzyjnym. Padające na pryzmat promienie 1, 2, 3 są załamywane w pryzmacie refraktometrycznym zgodnie z prawem Snelliusa. Promienie te załamują się po raz drugi na powierzchni wyjściowej i „wchodzą" do lunety. Dla kąta $\alpha = 90°$ granicznym kątem całkowitego wewnętrznego odbicia przy wejściu do pryzmatu refraktometrycznego jest kąt $\beta = \beta_{gr}$. Kątowi temu odpowiada kąt γ wyjściowego promienia świetlnego. Ponieważ nie są możliwe większe kąty padania, więc żadne światło nie pada do przestrzeni kątowej większej od γ. Całe pole w lunecie powyżej kąta γ pozostaje ciemne, a pole poniżej kąta γ jest oświetlone. Na refraktometrze Pulfricha mierzy się kąt γ i przelicza na współczynnik załamania n według tabel sporządzonych dla konkretnego pryzmatu G_o i odpowiednich długości fali, z wykorzystaniem wzoru przedstawionego na rysunku.

Bieg promieni w przypadku pryzmatu V_o pokazuje rysunek poniżej. W przypadku tego pryzmatu mierzy się kąt odchylenia promienia w pryzmacie. Wychodząca z kolimatora równoległa wiązka promieniowania świetlnego pada na pryzmat V_o, zostaje załamana na jego powierzchniach skośnych, między którymi mieści się próbka i wychodzi z pryzmatu pod kątem γ. Na refraktometrze Pulfricha odczytuje się kąt γ i przelicza na współczynnik załamania światła według tabel sporządzonych dla konkretnego pryzmatu V_o i odpowiednich długości fal, z wykorzystaniem wzoru przedstawionego na poniższym rysunku [13]. Zakres pomiarowy współczynnika załamania światła zależy od zastosowanego pryzmatu pomiarowego i wynosi:

- 1,3 ÷ 1,74 dla pryzmatu V_o przeznaczonego do cieczy i ciał stałych,
- 1,45 ÷ 1,65 dla pryzmatu G_o przeznaczonego do ciał stałych.

Rozdzielczość skali kątowej refraktometru wynosi 0,1′, co odpowiada 0,00001 wartości współczynnika załamania światła. Refraktometr typu Pulfricha posiada lampy spektralne He, Hg i H, które pozwalają na pomiary spektralne w zakresie (435,8 ÷ 656,3) nm. Standardowo pomiary przeprowadzane są w świetle lampy sodowej o długości fali $\lambda = 589{,}3$ nm. Niepewność rozszerzona wyznaczania wartości współczynników załamania światła wzorców refraktometrycznych dla $k = 2$ i poziomu ufności ok. 95 % wynosi $2 \cdot 10^{-5} \leq U \leq 1 \cdot 10^{-4}$ [14].



$$n = \sqrt{N^2 - \cos\gamma \cdot \sqrt{N^2 - \cos^2\gamma}}$$

Bieg promieni w pryzmacie V_o

opr. własne

Rodzaje refraktometrów

Refraktometr, w zależności od sposobu odczytu wyników pomiaru, może być skonstruowany jako: wizualny typu analogowego lub cyfrowego oraz fotoelektryczny.

Refraktometry z wizualnym odczytem wyniku pomiaru składają się w szczególności z następujących elementów:

1) pryzmatu lub kuwety pomiarowej,
2) układu soczewek skupiających,
3) lunety z podziałką i okularem lub wyświetlacza cyfrowego,
4) urządzenia regulacyjnego pozwalającego na sprawdzenie i ustawienie zera lub innego punktu podziałki [15].

Refraktometry wizualne zostały zróżnicowane ze względu na konstrukcje układu optycznego, rodzaj źródła światła i wielkość współczynnika załamania pryzmatu pomiarowego. Wśród nich wyróżniamy refraktometry typu Pulfricha, Abbego, ręczne – lunetowe. Służą do wyznaczania współczynnika załamania światła cieczy i ciał stałych.

Refraktometry fotoelektryczne składają się z następujących elementów:

1) monochromatycznego źródła światła o długości fali $\lambda = 589{,}3$ nm,
2) układu soczewek skupiających,
3) pryzmatu pomiarowego,
4) detektora fotoelektrycznego,
5) przetwornika analogowo-cyfrowego,
6) układu zerowania,
7) układu wyjściowego z wyświetlaczem cyfrowym [15].

Refraktometry fotoelektryczne wykorzystywane są do wyznaczania współczynnika załamania światła cieczy.

W refraktometrach wyposażonych w dwie skale pomiarowe drugą wielkością mierzoną jest zawartość substancji stałych wyrażona ułamkiem masowym w % (tzw. skala Brixa), zależna wprost proporcjonalnie od n w zakresie badanych stężeń. Zakres pomiarowy wzorcowanych refraktometrów wynosi od 1,33 do 1,70 współczynnika załamania światła, któremu w obszarze od 1,33 do 1,50 odpowiada zakres (0 ÷ 85) % ułamka masowego

zawartości sacharozy w roztworach wodnych (zgodnie z danymi 17 Sesji ICUMSA) [16].

Wzorce refraktometryczne

Wzorce refraktometryczne odtwarzają wartość współczynnika załamania światła *n* z określoną niepewnością w warunkach odniesienia, w okresie ważności wzorca. Wzorce służą do wzorcowania refraktometrów wizualnych i fotoelektrycznych w zakresie pomiarowym od 1,30 do 1,70. Wyróżniamy stałe i ciekłe wzorce refraktometryczne. Wzorce stałe to szklane pryzmaty i szklane płytki płaskorównoległe, a wzorce ciekłe to woda dwukrotnie destylowana, ciecze organiczne oraz roztwory, wodne glukozy stabilizowanej kwasem winowym.

Spójność pomiarowa

Spójność pomiarowa w Laboratorium Kąta w dziedzinie refraktometrii zachowana jest przez przekazywanie jednostki współczynnika załamania światła od państwowego wzorca pomiarowego (państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła) poprzez wzorce odniesienia do wzorców roboczych, wykorzystywanych do wzorcowań przyrządów pomiarowych klientów.

Główną rolą państwowego wzorca jednostki współczynnika załamania światła jest porównanie wyników uzyskiwanych na tym stanowisku z wynikami otrzymywanymi na stanowiskach innych państw. Do porównań służą pryzmaty wzorcowe 679 PTB 97 i pryzmat równoboczny umownie oznaczony jako BK7. Przekazywanie jednostki współczynnika załamania światła od wzorca państwowego do przyrządów klientów realizowane jest za pomocą kompletu stałych wzorców refraktometrycznych (pryzmatów), których wartości współczynnika załamania światła wyznaczono na stanowisku wzorca państwowego w GUM oraz na stanowiskach w PTB i SMU. Ten komplet wzorców służy do wzorcowania refraktometru Pulfricha, stanowiącego wzorzec roboczy. Następnie, za pomocą wzorców refraktometrycznych (ciekłych i stałych), których wartości *n* wyznaczone są poprzez zastosowanie refraktometru Pulfricha, wzorcowane są przyrządy pomiarowe klientów. Również poprzez zastosowanie refraktometru Pulfricha wyznaczane są wartości współczynnika załamania światła stałych i ciekłych wzorców refraktometrycznych, zgłaszanych przez klientów.

Podsumowanie

Metoda refraktometryczna pomiaru współczynnika załamania światła, znana od ponad stu lat, nie straciła znaczenia do dnia dzisiejszego, pomimo rozwoju w ostatnim czasie wielu nowoczesnych fizycznych i fizykochemicznych metod pomiaru. Zawdzięcza to takim swoim zaletom jak prostota pomiaru, jego krótkotrwałość, małe ilości substancji badanej, możliwość automatyzacji pomiarów oraz wysoka dokładność uzyskiwanych wyników. W oparciu o pomiar współczynnika załamania światła można identyfikować związki chemiczne, ustalać ich budowę, skład mieszanin, badać reakcje chemiczne w układach złożonych, np. reakcje kompleksowania czy dysocjacji. W przemyśle metoda refraktometryczna jest stosowana głównie do sterowania procesami produkcyjnymi i do określania stężeń składników w wielu produktach w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym czy maszynowym.

Literatura

[1] Mendoń E., Warzec K.: *Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła*, GUM, Warszawa, 2009.
[2] Szyszko E.: *Instrumentalne metody analityczne*, PZWL, Warszawa, 1982.
[3] Tilton W. L: *Standard conditions for precise prism refractometry*, J. Res. Nat. Bur. Of Standard, t. 14, 1935.
[4] Tarasiuk M.: *Refraktometryczne wzorce miar.* Opracowanie wewnętrzne CUJiM Nr 77/66, Warszawa, 1969.
[5] Edlen B.: *The refractive index of air*, Metrologia, 1966.
[6] Werner A. J.: *Methods in high precision refractometry of optical glasses*, Applied Optics, t. 7, 1968.
[7] Tentori D., Lerma J. R.: *Refractometry by minimum deviation accuracy analysis*, Optical Engineering, t. 29, 1990.
[8] *Stanowisko pomiarowe do odtwarzania jednostki współczynnika załamania światła*, nr syst. DG19-L.DM, 2008.
[9] Patej K.: *Państwowy wzorzec jednostki współczynnika załamania światła*, prezentacja, Warszawa, 2007.
[10] Birch K. P., Downs M. J.: *An updated Edlen equation for the refractive index of air*, Metrologia, 30, 1993.
[11] *Wzorcowanie stałych i ciekłych wzorców refraktometrycznych metodą goniometryczną*, nr syst. IW30-L.DM, 2008.
[12] Bobrowski Cz.: *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa, 1995.
[13] *Refraktometr Pulfricha typu PR2* – instrukcja użytkowania, M(p)G 7-071-76 600 IV 1 18 365.
[14] *Wzorcowanie refraktometrów Pulfricha i wzorców współczynnika załamania światła*, nr syst. IW31-L.DM.
[15] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 26 marca 2003 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać refraktometry, Dz. U. z 2003 r. Nr 67 poz. 625.
[16] *Wzorcowanie refraktometrów wizualnych i fotoelektrycznych*, nr syst. IW32-L.DM.

Rola NMI w zachowaniu spójności pomiarowej

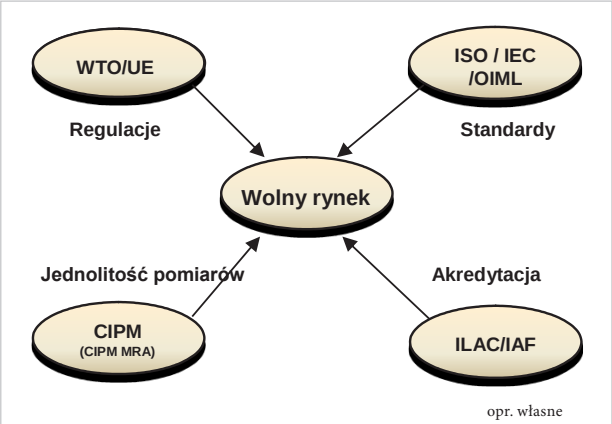
Jan Landowski (Biuro Rozwiązań Systemowych, GUM)

W artykule przedstawiono rolę krajowego instytutu metrologicznego w zapewnieniu jednolitości miar i zachowaniu spójności pomiarowej pomiarów wykonywanych przyrządami użytkowymi z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI).

Wprowadzenie

Wzrastająca globalizacja produkcji przemysłowej, usług, handlu i turystyki wymaga usuwania barier technicznych i prawnych. Państwa, które chcą konkurować na wolnym rynku muszą wytwarzać produkty o wysokiej, powszechnie uznawanej jakości zgodnie z regułą „World-wide product acceptance" w ramach której obowiązują zasady:

- one product – one world-wide technical regulation;
- one product – one world-wide written standard;
- one product – one world-wide accreditation;
- one product – one world-wide test or measurement.



opr. własne

Metrologia jako dziedzina interdyscyplinarna i pomocnicza odgrywa ważną rolę we wszystkich czterech obszarach. Główny jednak ciężar działalności metrologicznej skupiony jest na zapewnieniu jednolitości/porównywalności pomiarów poprzez wypracowanie dobrych praktyk metrologicznych spełniających zasadę „one world-wide test or measurement".

Fundamentem porównywalności pomiarów wykonywanych niezależnie od siebie, jest przede wszystkim stosowanie tych samych jednostek miar do określania wartości danej wielkości. Na przestrzeni ostatnich stuleci, od przyjęcia Konwencji Metrycznej w 1875 roku, podstawą jednolitości miar jest dość powszechne stosowanie jednostek Międzynarodowego Układu Jednostek Miar (SI). Wspólne miary to warunek podstawowy, ale niestety niewystarczający. Praktyka metrologiczna pokazuje, że samo ustanowienie wspólnych, jednolitych jednostek miar nie gwarantuje jednolitości pomiarów. Potrzebna jest jeszcze umiejętność realizowania poszczególnych jednostek miar i wykonywania pomiarów z odpowiednią dokładnością. Temu celowi służy realizacja postanowień kolejnego, podpisanego w 1999 roku, porozumienia międzynarodowego CIPM MRA „Wzajemne uznawanie państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez Krajowe Instytucje Metrologiczne" [3]. Po latach przygotowań i dyskusji przyjęto zasady, które zostały zaakceptowane jako podstawy do budowy wzajemnego zaufania do wyników pomiarów wykonywanych przez krajowe instytuty metrologiczne (**N**ational **M**etrology **I**nstitute – NMI). A poprzez oddziaływanie tych instytutów na pomiary niższego rzędu wykonywane w kraju, także na zaufanie i do tych pomiarów.

National Metrology Institute

Krajowy system metrologiczny i powiązania międzynarodowe

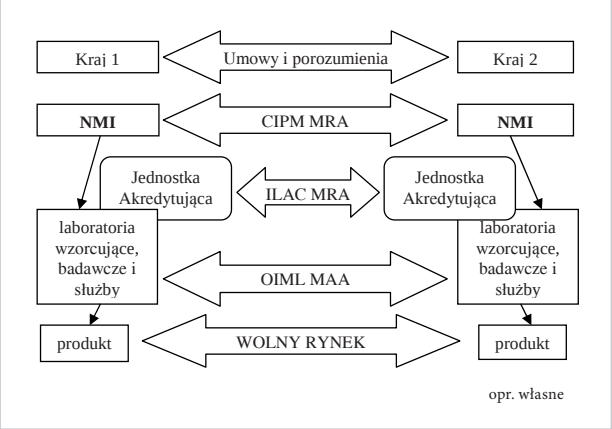
Pierwszym poziomem zapewnienia spójności pomiarów jest współpraca międzynarodowa realizowana przez podmioty krajowych systemów metrologicznych (**N**ational **M**etrology **S**ystem – NMS). NMS można w pewnym uproszczeniu zdefiniować jako szereg powiązanych ze sobą ról, realizowanych przez różne podmioty, w celu utrzymania i rozwijania infrastruktury technicznej pozwalającej na uzyskanie dokładnych i wiarygodnych pomiarów, odpowiednich dla potrzeb kraju i akceptowanych także poza jego granicami.

NMS obejmuje następujące obszary odpowiedzialności:

- stanowienie prawa, w tym implementacja porozumień międzynarodowych,
- badania podstawowe i prace badawcze,
- utrzymywanie źródeł spójności pomiarowej i rozpowszechnianie jednostek miar,
- ciągły rozwój technik pomiarowych,
- transfer wiedzy,
- normalizację,
- akredytację,
- metrologię prawną,
- wzorcowania, badania i pomiary.

Podstawowym i niezbędnym elementem każdego krajowego systemu metrologicznego jest krajowy instytut metrologiczny, który jako jedyna instytucja w kraju ma do spełnienia określoną rolę we wszystkich wymienionych powyżej obszarach.

Społeczność międzynarodowa, dla zapewnienia jednolitości miar na świecie, podejmuje szereg działań wiążących ze sobą krajowe systemy metrologiczne. Istotną część z tych działań obrazuje poniższy schemat:



Przedstawione na schemacie porozumienia stanowią fundamenty zapewnienia spójności pomiarowej pomiarów wykonywanych w kraju z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI). Właściwa ich realizacja jest w dużej mierze możliwa dzięki prawidłowo określonym i skutecznie realizowanym zadaniom krajowych NMI.

Zadania NMI

W każdym kraju szczegółowe zadania NMI są definiowane indywidualnie w ramach wewnętrznych rozwiązań prawno-organizacyjnych [1]. Wielkość, struktura i organizacja NMI, zakres zadań, forma prawna instytucji, rola w państwie i szereg innych czynników determinujących NMI ustanawiane są dla jak najlepszej realizacji celu podstawowego, którym jest utrzymanie postępu i wysokiego poziomu metrologii z pożytkiem dla społeczeństwa. Właściwie określone i realizowane zadania NMI są jednym z narzędzi państwa nadzoru rynku wewnętrznego i wspierania konkurencyjności produktów krajowych w wolnym handlu. Zwykle osiąga się to poprzez działania naukowe i techniczne w ramach:

- metrologii naukowej,
- metrologii przemysłowej,
- metrologii prawnej,
- współpracy międzynarodowej,
- doradztwa,
- transferu wiedzy,
- transferu technologii.

Utrzymanie wysokiego poziomu merytorycznego NMI w wymienionych obszarach wymaga zaangażowania w szeroki zakres działań:

- utrzymanie i rozwój wzorców pomiarowych powiązanych z międzynarodowym systemem miar SI [4];
- przekazywanie jednostek SI, w drodze wzorcowań, do akredytowanych laboratoriów wzorcujących i badawczych oraz do innych użytkowników w kraju i poza nim [6];
- zapewnienie spójności pomiarowej w metrologii prawnej;
- wpływanie na zachowanie spójności systemu metrologicznego w kraju [5];
- potwierdzanie biegłości w porównaniach międzynarodowych kluczowych i uzupełniających w ramach CIPM MRA:
- utrzymanie systemu zarządzania zgodnego z wymogami CIPM MRA (w Euramet: EN ISO / IEC 17025).

Ponadto wiele NMI także:

- wskazuje i nadzoruje instytucje desygnowane DI;
- współpracuje z innymi NMI, reprezentuje kraj w regionalnych i międzynarodowych organizacjach metrologicznych;
- współpracuje z krajową instytucją akredytującą;
- organizuje krajowe porównania międzylaboratoryjne;
- doskonali metody pomiarowe w celu zwiększania wydajności, niezawodności i dokładności pomiaru;
- wytwarza certyfikowane materiały odniesienia;
- wspiera przemysł w sprawach związanych z pomiarem, materiałami odniesienia, wzorcowaniami i metodami zachowania spójności pomiarowej;
- współpracuje w normalizacji;
- zapewnia szkolenia i konsultacje dla klientów;
- promuje współpracę w NMS i udostępnia swoją wiedzę.

Niektóre NMI również:

- przyczyniają się do wzrostu wiedzy naukowej i innowacji technologicznych poprzez projekty badawcze i rozwojowe;
- opracowują dokładne i rzetelne metody pomiarowe;
- uczestniczą w badaniach podstawowych nad stałymi fizycznymi w celu doskonalenia definicji jednostek miar;
- dokonują przeglądów kompetencji technicznych i systemów jakości w innych NMI w ramach wizyt wzajemnych peer-review;
- aktywnie wspierają światową standaryzację metrologii i usuwanie barier technicznych w handlu.

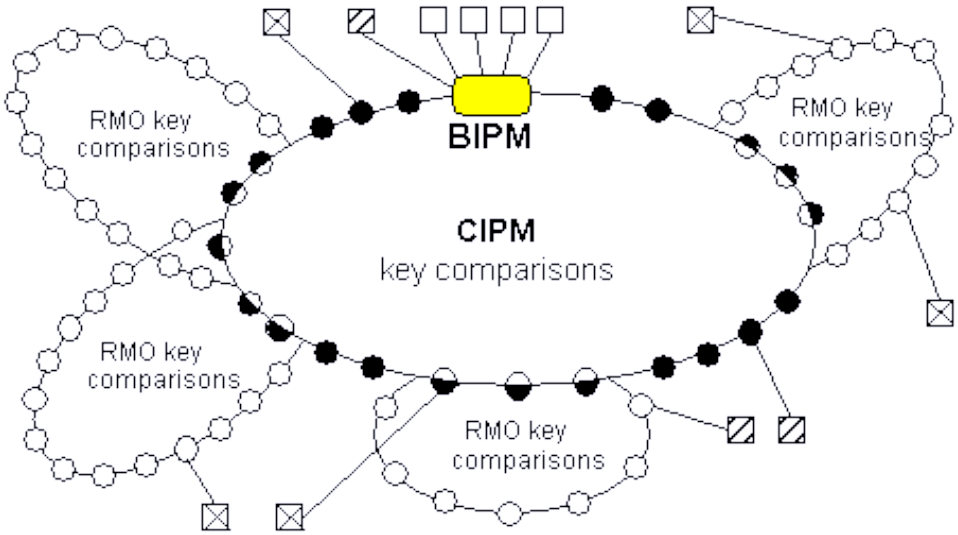
Suma kompetencji wynikających z realizacji powyższych zadań daje podstawy wysokiemu poziomowi dokładności i spójności pomiarów w kraju i tym samym wspiera konkurencyjność na wolnym rynku, daje także podstawy bezpieczeństwa i uczciwości w tych sferach życia publicznego, gdzie pomiar odgrywa ważną rolę oraz generuje impulsy innowacyjne dla gospodarki.

Państwowe wzorce pomiarowe

Na NMI spoczywa główna odpowiedzialność za realizację krajowej polityki w zakresie utrzymywania na najwyższym poziomie metrologicznym źródeł spójności pomiarowej (państwowych wzorców pomiarowych) powiązanych z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI) lub, jeżeli nie jest to możliwe, innych wzorców odniesienia dla pomiarów wykonywanych w kraju. NMI pełni rolę wierzchołka piramidy spójności pomiarowej. Kilka, kilkanaście tysięcy wzorcowań wykonanych w NMI jest początkiem łańcucha spójności pomiarowej dla milionów pomiarów wykonywanych w prawie wszystkich dziedzinach życia. Zapewnienie spójności pomiarowej od wzorców państwowych powiązanych z systemem międzynarodowym do poszczególnych przyrządów pomiarowych wspiera standardy jakości każdego przemysłu i daje przewagę konkurencyjną. Większość z prac w tym zakresie jest realizowana przez NMI w ramach porozumienia CIPM MRA i dokumentowana (np.: raporty z porównań międzynarodowych i tabele CMC) w bazie danych KCDB (The BIPM Key Comparison Database) prowadzonej przez Międzynarodowe Biuro Miar w Paryżu (http://kcdb.bipm.org/). W wielu krajach godne zaufania źródła spójności pomiarowej dla pomiarów wykonywanych w kraju poza NMI utrzymywane są także w wyznaczonych instytutach (Designated Institute – DI), działających w swoich dziedzinach pomiarowych na tym samym poziomie jak NMI [2].

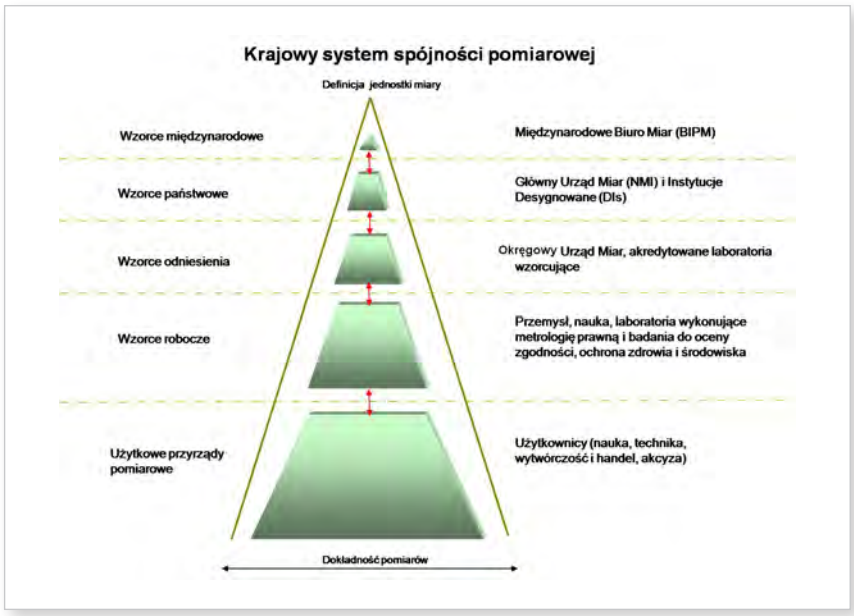
W Polsce rolę tę pełnią **Główny Urząd Miar jako NMI** i dwa instytuty desygnowane: Narodowe Centrum

Schemat organizacji porównań kluczowych państwowych wzorców odniesienia



- ● NMI uczestnicy porównań kluczowych CIPM
- ◐ NMI uczestniczący w porównaniach kluczowych organizowanych przez komitety doradcze CIPM i RMOs
- ○ NMI uczestniczący w porównaniach kluczowych RMO
- □ NMI uczestniczący w ciągłych porównaniach kluczowych BIPM
- ⊠ NMI uczestniczący w dwustronnych porównaniach kluczowych
- ▨ Organizacje międzynarodowe – sygnatariusze MRA

Badań Jądrowych – Ośrodek Radioizotopów POLATOM i Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych INTiBS. Główny Urząd Miar nie jest instytutem naukowym, więc w odniesieniu do tej instytucji używa się określenia „krajowa instytucja metrologiczna". DI odgrywają kluczową rolę w uzupełnianiu działalności NMI wnosząc doświadczenie w obszarach metrologicznych nie objętych przez NMI, często w nietypowych dziedzinach metrologii. W ten sposób efektywniej wykorzystywane są dostępne środki krajowe dla realizacji potrzeb społecznych, gospodarczych i naukowych państwa. Łącznie NMI i DI zapewniają krajowym podmiotom dostęp zarówno do państwowych wzorców pomiarowych, jak i do wiedzy metrologicznej poprzez przekazywanie własnych doświadczeń, wysoki poziom realizowanych usług, szkolenia i inne formy współpracy.



Zgodnie z przewodnikiem PKN-ISO/IEC Guide 99-2010 *Międzynarodowy Słownik Metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane* (*VIM*) [4], państwowymi wzorcami pomiarowymi są wzorce uznane przez organ państwowy do stosowania w państwie lub gospodarce jako podstawa do przyporządkowania wartości wielkości innym wzorcom pomiarowym danego rodzaju wielkości. Polityka państwa określa, które państwowe wzorce pomiarowe powinny być wzorcami pomiarowymi pierwotnymi, realizującymi podstawowe definicje jednostek SI, a które mogą być wzorcami pomiarowymi wtórnymi, dla których źródłem spójności pomiarowej (realizowanej poprzez wzorcowanie) są międzynarodowe wzorce pomiarowe lub państwowe wzorce pomiarowe pierwotne innych krajów. Porozumienie CIPM MRA bardzo precyzyjnie określa zasady wzajemnego uznawania tych wzorców. Elementem absolutnie podstawowym jest udział wzorców państwowych przechowywanych w NMI lub DI w międzynarodowych porównaniach kluczowych organizowanych przez Międzynarodowe Biuro Miar lub regionalną organizację metrologiczną.

Krajowy system spójności pomiarowej

Wszystkie państwowe wzorce odniesienia, które brały udział w porównaniach kluczowych, zgodnie z definicją są podstawą do przyporządkowania wartości wielkości innym wzorcom pomiarowym danego rodzaju wielkości. Udział z pozytywnym skutkiem w porównaniach kluczowych i w porównaniach uzupełniających dla wzorcowań niższego rzędu jest podstawą międzynarodowego uznania wzorcowań wykonywanych przez NMI i DI w ramach porozumienia CIPM MRA. Wykazy potwierdzonych w ten sposób zdolności pomiarowych zawierają tabele CMC wspomnianej wcześniej bazy danych KCDB. Świadectwa wzorcowania realizowanego w ramach tego porozumienia są opatrzone przez NMI i DI logo porozumienia CIPM MRA. Zakres wzorcowań oferowanych przez NMI lub DI często wykracza poza zakresy tabel CMC przyjęte przez poszczególne Komitety Doradcze CIPM. Są to najczęściej usługi niższego rzędu, dla których nie przewiduje się wpisów CMC. Przyjmuje się więc najczęściej, że NMI/DI są w stanie także i te usługi realizować z zachowaniem najwyższych standardów metrologicznych [5]. Możliwa jest także akredytacja tego typu usług.

Państwa, których NMI przystąpiły do porozumienia CIPM MRA, utrzymują źródła spójności pomiarowej oraz opierają swoje wewnętrzne systemy zachowania spójności pomiarowej na mechanizmach tego porozumienia. Są to systemy z oczywistych względów do siebie podobne.

Świadectwo NMI

Drugim poziomem zachowania spójności pomiarowej jest przekazywanie wartości jednostek miar od państwowych wzorców pomiarowych do laboratoriów niższego rzędu. Jedynie na świadectwach wydawanych przez

NMI może być umieszczone logo porozumienia CIPM MRA, które wskazuje na zachowanie spójności pomiarowej z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI) dla wielkości i zakresów pomiarowych opublikowanych w tabeli CMCs KCDB. Są to świadectwa uznawane we wszystkich krajach sygnatariuszach porozumienia. Dopuszcza się stosowanie logo CIPM MRA w przypadku świadectw zawierających wielkości mierzone albo zakresy pomiarowe wykraczające poza zakres opublikowany w tabeli CMCs laboratorium w ramach porozumienia CIPM MRA pod warunkiem, że wyniki powiązane z CMCs stanowią co najmniej 80 % wszystkich zamieszczonych na świadectwie wyników. Jeżeli w świadectwie z logo CIPM MRA niektóre z podanych wielkości mierzonych albo zakresów pomiarowych nie są umieszczone w tabelach CMCs, są one oznaczone odsyłaczem o treści: „poza zakresem Porozumienia CIPM MRA."

Logo porozumienia CIPM MRA

W świadectwach GUM w odniesieniu do spójności pomiarowej podawana jest następująca informacja:

„*Wyniki wzorcowania (nazwa przyrządu pomiarowego) zostały odniesione do (nazwa państwowego wzorca jednostki miary lub wzorca odniesienia: GUM albo innej NMI kraju, który jest sygnatariuszem EA MLA lub ILAC MRA) poprzez zastosowanie (identyfikacja zastosowanego wzorca jednostki miary)*".

Ponadto świadectwa GUM oprócz wyników wzorcowania zawierają także dodatkowe praktyczne wyjaśnienia opisujące zasady zachowania spójności pomiarów realizowanych w GUM.

Główny Urząd Miar (GUM) realizuje zadania wynikające z ustawy z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach (tekst jednolity: Dz. U. z 2004 r. Nr 243, poz. 2441 z późniejszymi zmianami). Jest instytucją najwyższej rangi w dziedzinie metrologii w Rzeczypospolitej Polskiej jako tzw. krajowa instytucja metrologiczna.

Podstawowym celem działalności Głównego Urzędu Miar jest zapewnienie wzajemnej zgodności i odpowiedniej dokładności wyników pomiarów przeprowadzanych w Polsce oraz ich powiązania z międzynarodowym systemem miar.

Główny Urząd Miar, jako krajowa instytucja metrologiczna jest źródłem, od którego akredytowane laboratoria wzorcujące wywodzą swoją spójność pomiarową. Nadrzędna rola krajowej instytucji metrologicznej potwierdzona jest w międzynarodowym dokumencie ILAC-P10:2002 „Polityka ILAC dotycząca spójności pomiarowej wyników pomiarów" oraz w dokumencie DA-06 wydanym przez Polskie Centrum Akredytacji pt. „Polityka PCA dotycząca zapewnienia spójności pomiarowej"

Laboratoria GUM biorą udział w porównaniach wzorców z laboratoriami krajowych instytucji metrologicznych w innych krajach w Europie i na świecie.

Laboratoria wzorcujące GUM mają wdrożony system jakości zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących".

GUM jest sygnatariuszem międzynarodowego „Porozumienia o wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne", zawartego pod auspicjami Międzynarodowego Komitetu Miar (tzw. CIPM MRA).

Dane odnośnie zdolności w zakresie wzorcowania i pomiarów (CMCs) są zawarte w Dodatku C do CIPM MRA. Niniejsze świadectwo spełnia wymagania CIPM MRA, w szczególności zapisów w Dodatku C. W ramach CIPM MRA wszystkie uczestniczące instytucje uznają ważność świadectw wzorcowania i świadectw pomiaru wystawianych przez innych sygnatariuszy, w odniesieniu do wielkości, zakresów i niepewności pomiarów wymienionych w Dodatku C (szczegóły patrz: www.bipm.org).

Wymagania Jednostki Akredytującej

Ostatnim już poziomem zachowania spójności pomiarowej z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI) przed wykonaniem bezpośredniego pomiaru jest wzorcowanie tego przyrządu w laboratorium akredytowanym. We wszystkich dokumentach Polskiego Centrum Akredytacji zawierających wymagania akredytacyjne znajduje się odwołanie do dokumentu *DA-06 Polityka dotycząca zapewnienia spójności pomiarowej*. Dokument ten charakteryzuje spójność pomiarową poprzez: **zachowanie nieprzerwanego łańcucha porównań do międzynaro-**

dowego lub państwowego wzorca pomiarowego, udokumentowaną niepewność pomiaru, udokumentowaną procedurę pomiarową, kompetencje techniczne, **odniesienie do jednostek układu SI, wzorców pomiarowych odniesienia lub procedur pomiarowych zawierających jednostkę miary** oraz odstępy czasu między wzorcowniami/kalibracjami.

DA-06 potwierdza także, że wyposażenie pomiarowe stosowane do wzorcowań/kalibracji, pomiarów, badań i inspekcji, mające istotny wpływ na niepewność pomiaru związaną z wynikami tych działań, powinno być wzorcowane przez krajowe instytucje metrologiczne – NMI (National Metrology Institute), albo Instytuty Desygnowane – DI (Designated Institutes) będące depozytariuszami wzorców państwowych, będące sygnatariuszami porozumienia CIPM MRA, albo przez laboratoria wzorcujące akredytowane przez sygnatariuszy porozumień EA MLA lub ILAC MRA.

Świadectwa wzorcowania wydawane przez akredytowane laboratoria wzorcujące są dowodem zachowania spójności pomiarowej pod warunkiem, że zawierają symbol akredytacji, a wzorcowane przyrządy i parametry zawarte są w zakresie akredytacji. Świadectwa wzorcowania wydane przez NMI/DI, zawierające symbol Międzynarodowego Biura Miar – BIPM, są wystarczającym potwierdzeniem spójności pomiarowej. NMI/DI nie są zobowiązane do stosowania symbolu BIPM w wydawanych świadectwach wzorcowania. Wykaz NMI/DI – sygnatariuszy CIPM MRA przedstawiony jest w Załączniku C do bazy danych The BIPM Key Comparison Database (KCDB).

Materiały odniesienia zarejestrowane w bazie KCDB lub wyprodukowane przez akredytowany wg ISO/IEC 17025:2005 w połączeniu z ISO Guide 34:2000/2009 podmiot – producenta materiałów odniesienia, w ramach posiadanego zakresu akredytacji, uważa się za posiadające wystarczające potwierdzenie dla zapewnienia spójności pomiarowej w ramach metody badawczej.

Świadectwa wzorcowania wydane dla materiałów odniesienia przez akredytowane laboratoria wzorcujące, albo przez NMI/DI także stanowią dowód zapewnienia spójności pomiarowej.

PCA we wzorze świadectwa wzorcowania zawarło następującą zasadę:

Wyniki wzorcowania zostały odniesione do [państwowego / międzynarodowego wzorca pomiarowego (nazwa wielkości fizycznej) albo wzorca pomiarowego odniesienia] utrzymywanego w [podać nazwę NMI (np. GUM), DI (np. INTiBS, NCBJ POLATOM) lub nazwę jednostki organizacyjnej i kraj (jeżeli inny niż Polska)] poprzez zastosowanie (identyfikacja wzorca pomiarowego zastosowanego przez laboratorium do wzorcowania).

Podsumowanie

Zachowanie jednolitości miar i spójności pomiarowej to podstawa zaufania do pomiarów i tym samym podstawa szeregu dalszych aktywności gospodarczych i publicznych. Utrzymanie nieprzerwanego łańcucha spójności pomiarowej wymaga harmonijnej współpracy wszystkich elementów krajowego systemu metrologicznego. Budowany na poziomie międzynarodowym system zaufania do pomiarów opiera się na otwartości i współpracy. Jedynie podążając podobną drogą można osiągnąć godny zaufania, wysoki poziom metrologiczny w kraju. Istotną rolę we wszystkich koniecznych działaniach odgrywa NMI. Dlatego NMI powinien mieć możliwości realizacji potrzeb klientów i być otwarty na ich oczekiwania. GUM w różnej formie współpracuje ze swoimi partnerami. Do klientów korzystających z usług GUM kieruje się stałą prośbę o uwagi i wskazówki do pracy GUM poprzez ankietę znajdującą się na stronie http://www.gum.gov.pl/pl/dla-klienta/ankieta/.

Literatura

[1] EURAMET Guide nr 10 *EURAMET and the operation of NMIs.*

[2] EURAMET G07.11 Position Paper *Role and Responsibilities of DIs.*

[3] CIPM MRA *Wzajemne uznawanie państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne.*

[4] PKN-ISO/IEC Guide 99-2010 *Międzynarodowy słownik metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane (VIM).*

[5] ILAC-P10:2013 *Polityka ILAC dotycząca spójności pomiarowej wyników pomiarów.*

[6] PCA DA-06 *Polityka dotycząca zapewnienia spójności pomiarowej.*

Utworzenie stanowiska do sprawdzania wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy z zasilaniem grawitacyjnym

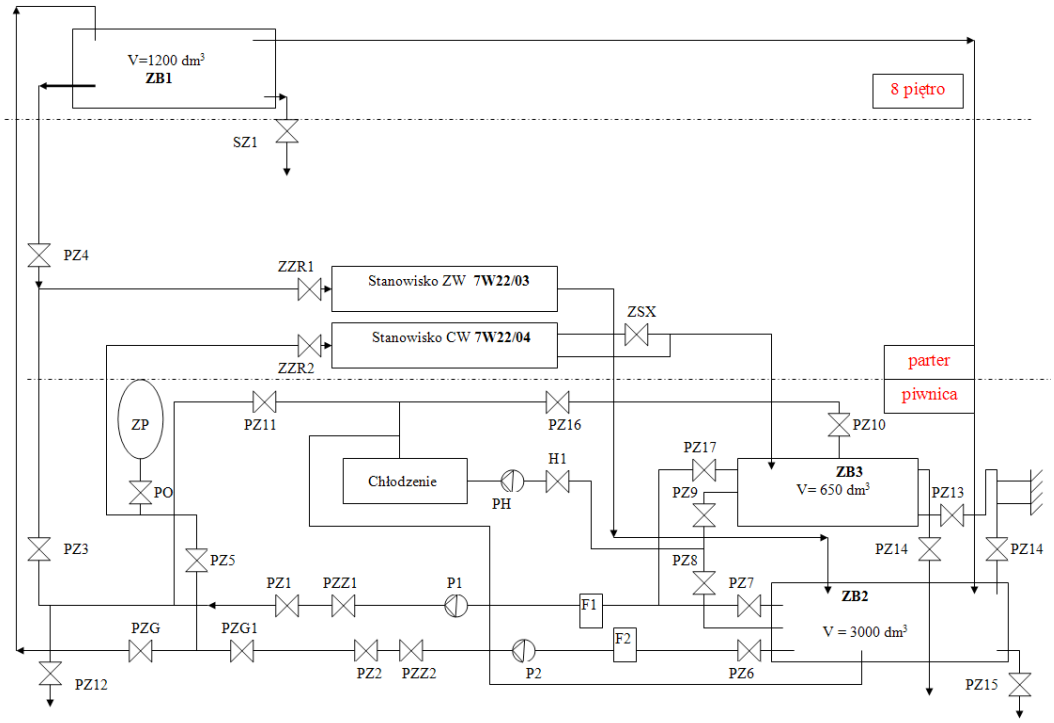
Paweł Sikorski (OUM w Łodzi)

W artykule omówiomo prace wykonane w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi w celu utworzenia stanowiska do badań m.in. wodomierzy.

Pierwsza placówka legalizacyjna w Łodzi powstała już w 1915 r. przy magistracie z nazwą „Sprawdzanie wag i miar". W 1919 r. powołano Miejscowy Urząd Miar w Łodzi podległy Okręgowemu Urzędowi Miar w Warszawie, natomiast Łódzki Okręgowy Urząd Miar wraz z podległymi mu Obwodowymi Urzędami Miar powstał w 1945 r.

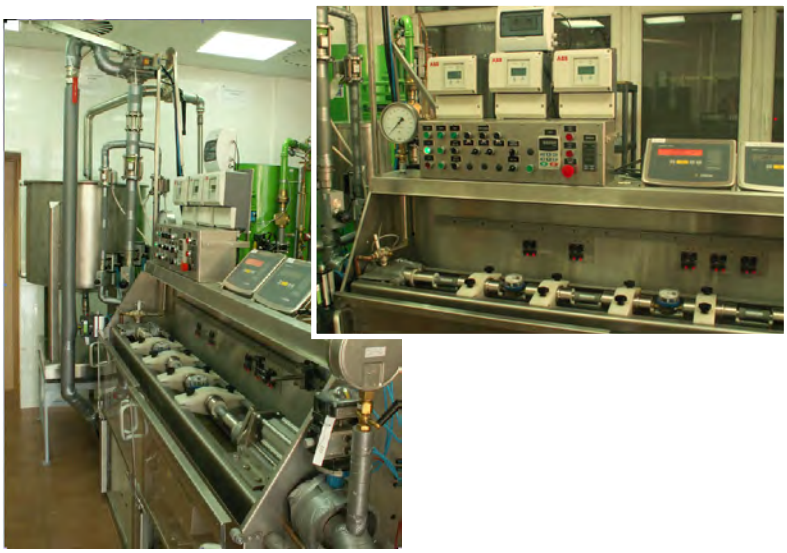
Od tego czasu następuje ciągły rozwój urzędu, uruchamiane są nowe stanowiska pomiarowe, sprawdzane i wzorcowane są nowe rodzaje przyrządów pomiarowych. W niektórych obszarach usługi wykonywane przez pracowników administracji miar są realizowane wyłącznie w punktach legalizacyjnych stanowiących własność podmiotów gospodarczych. Dotyczy to między innymi tak popularnych przyrządów jak wodomierze i przetworniki przepływu do ciepłomierzy.

W latach 2004–2006 nastąpiły dynamiczne zmiany uwarunkowań prawnych, w szczególności ustanowienie dyrektywy o przyrządach pomiarowych, zwanej potocznie MID. Postanowienia tej dyrektywy wdrożono do prawodawstwa polskiego Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 18 grudnia 2006 r. w sprawie za-



Schemat stanowiska pomiarowego do sprawdzania wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi

opr. własne



Stół pomiarowy oraz wzorce pomiarowe stanowiska do sprawdzania wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi

fot. arch. własne

sadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych. W związku z powyższym, a także z uwagi na rosnące oczekiwania klientów administracji miar w zakresie niezależności wykonywanych usług metrologicznych, łącznie z potwierdzeniem kompetencji przez akredytację w latach 2007–2008, zrodził się pomysł powstania w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi stanowiska pomiarowego do sprawdzania wodą zimną i ciepłą wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy.

Pod koniec 2009 roku stanowisko zostało wykonane przez polskiego producenta. Powstał także projekt stanowiska na bazie założeń, wymagań oraz głównych rozwiązań technicznych, które opracowali samodzielnie pracownicy urzędu.

Stanowisko pomiarowe zamontowano na trzech kondygnacjach. Zbiorniki magazynowe do wody zimnej i ciepłej wraz z oprzyrządowaniem (mieszadła oraz grzanie i chłodzenie wody zasilającej stanowisko) i układ pompowy zainstalowano w pomieszczeniach piwnicy, stół pomiarowy na parterze budynku, natomiast zbiornik zasilający stanowisko grawitacyjne na 8 piętrze.

Na początku 2010 r. stanowisko uzyskało pełną zdolność pomiarową do wzorcowania, oceny zgodności i ekspertyz wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy sprawdzanych wodą zimną i ciepłą, po zakupie głównych wzorców odniesienia, wag elektronicznych nieautomatycznych o podwyższonej dokładności.

Charakterystyka techniczna stanowiska umożliwia badania wodomierzy o średnicach nominalnych (15–50) mm w trzech podstawowych strumieniach objętości (Q_1, Q_2, Q_3) za pomocą grawitacyjnego układu zasilania. Linie łączące zbiornik przelewowy z układem zasilania oraz stołem pomiarowym zainstalowano w budynku, co minimalizuje negatywny wpływ warunków zewnętrznych na temperaturę wody sprawdzanych obiektów. W zakresie pracy stanowiska wykorzystywany jest układ wielostopniowych pomp zasilających wodą ciepłą.

Sterowanie stanowiskiem uzyskiwane jest w sposób ręczny lub automatyczny z poziomu programu komputerowego obsługującego stanowisko. Oprogramowanie to pozwala na śledzenie procesów zachodzących podczas badań wraz z ich rejestracją, co wykorzystywane jest w późniejszych analizach.

Zbiorniki magazynowe wody oraz układ pomp zasilających stanowisko

fot. arch. własne

Najczęściej wykonywaną usługą na stanowisku są ekspertyzy wodomierzy. Klienci mogą sprawdzić swój wodomierz na niezależnym stanowisku, tzn. nie będącym własnością dostawcy wody czy serwisanta wodomierzy (a tylko takie stanowiska były na terenie kraju). Klienci bardzo często korzystają z tej możliwości, potwierdza to rosnąca ilość sprawdzanych przyrządów.

Ekrany programu komputerowego obsługującego stanowisko

fot. arch. własne

Aby w pełni wykorzystać możliwości świadczonych usług, w 2011 r. zainicjowano proces i uzyskano akredytację PCA wzorcowania wodomierzy wodą zimną w zakresie od 0,1 m^3/h do 11 m^3/h, w dziedzinie „przepływ cieczy". Jest to bardzo duże osiągnięcie, ponieważ jesteśmy jedynym laboratorium wzorcującym w Polsce, które posiada akredytację PCA w tej dziedzinie.

POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI
POLISH CENTRE FOR ACCREDITATION

PCA

Sygnatariusz EA MLA
EA MLA Signatory

CERTYFIKAT AKREDYTACJI
LABORATORIUM WZORCUJĄCEGO
ACCREDITATION CERTIFICATE OF CALIBRATION LABORATORY
Nr AP 087

Potwierdza się, że: / This is to confirm that:

OKRĘGOWY URZĄD MIAR W ŁODZI
ZESPÓŁ LABORATORIÓW WZORCUJĄCYCH
ul. Narutowicza 75, 90-132 Łódź

spełnia wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005

Akredytowana działalność jest określona w Zakresie Akredytacji Nr AP 087

Akredytacja pozostaje w mocy pod warunkiem przestrzegania wymagań jednostki akredytującej określonych w kontrakcie Nr AP 087

Certyfikat akredytacji ważny do dnia 18.01.2014 r.

Akredytacji udzielono dnia 19.01.2006 r.

DYREKTOR
POLSKIEGO CENTRUM AKREDYTACJI
EUGENIUSZ W. ROGUSKI

Warszawa, dnia 17 grudnia 2009 roku

Certyfikat akredytacji PCA dla Zespołu Laboratoriów Wzorcujących OUM w Łodzi

Stanowisko ze względu na swoje zdolności pomiarowe wykorzystywane jest do następujących badań metrologicznych:

- ekspertyzy wodomierzy wykonywane wodą zimną i ciepłą,
- ekspertyzy przetworników przepływu do ciepłomierzy,
- ocena zgodności wodomierzy,
- wzorcowanie wodomierzy,
- legalizacja wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy,
- inne badania i doświadczenia na zlecenie klientów.

Do I połowy 2013 r. na stanowisku wykonano badania 2098 szt. przyrządów pomiarowych na kwotę netto 202 964 zł.

Jak dotąd jest to jedyne stanowisko pomiarowe stosowane do ww. badań w terenowej administracji miar, co świadczy jak trudna i złożona jest realizacja takiego projektu. Pomiary w dziedzinie przepływu cieczy są pomiarami trudnymi i złożonymi, wiele czynników ma wpływ na ostateczny wynik.

Uruchomienie tego stanowiska było wielkim wyzwaniem i osiągnięciem na miarę XXI wieku. Wymagało wiele pracy, czasu, umiejętności i cierpliwości osób zaangażowanych w jego uruchomienie i prawidłowe działanie.

Powstanie tego stanowiska to również efekt realizacji polityki bezstronności i niezależności, jaką realizuje kierownictwo OUM w Łodzi, co doceniają nasi klienci z terenu całego kraju.

PROBIERNICTWO – terminologia

Jacek Motyka (OUP w Warszawie)

Część II

Artykuł stanowi kontynuację cyklu, informującego o najważniejszych terminach stosowanych w probiernictwie. Dotyczy znaków imiennych oraz rejestru znaków imiennych wytwórców wyrobów z metali szlachetnych.

Przyjęta 1 kwietnia 2011 r. ustawa Prawo probiercze (Dz. U. Nr 92, poz. 529) wprowadziła kilka nowych pojęć i terminów oraz bardziej szczegółowo niż dotychczas uregulowała szereg procedur administracyjnych, stosowanych w urzędach probierczych.

Jedną z takich procedur (mówi o niej art. 19 tej ustawy), prowadzonych przez organy administracji probierczej, jest dokonanie wpisu znaku imiennego do rejestru znaków imiennych.

Znak imienny (nazwa potoczna: imiennik) jest to indywidualny znak, umieszczany na wyrobach z metali szlachetnych, przypisany do konkretnego podmiotu, pozwalający na identyfikację wytwórcy wyrobu z metalu szlachetnego lub podmiotu wprowadzającego taki wyrób do obrotu.

Zgodnie z przepisami wyżej wymienionej ustawy obowiązek ustalenia znaku imiennego spoczywa na wytwórcach wprowadzających do obrotu nowo wytworzone na terytorium RP wyroby z metali szlachetnych, a także na podmiotach wprowadzających do obrotu wyroby wytworzone poza terytorium Polski, zwolnione z obowiązkowego badania i oznaczania cechami probierczymi, których masa jest niższa niż 1 gram w przypadku wyrobów wykonanych ze stopów złota i platyny lub 5 gramów, w przypadku wyrobów ze stopów srebra.

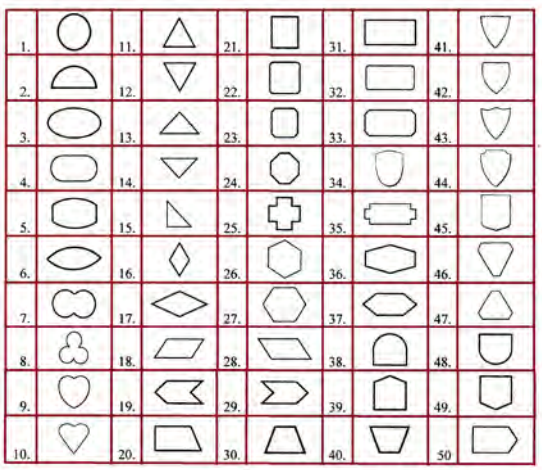
Oprócz wyżej wymienionych podmiotów, projekt znaku imiennego do rejestru może zgłosić wytwórca niewprowadzający wytwarzanych wyrobów z metali szlachetnych do obrotu, czyli każda osoba wytwarzająca niekomercyjne przedmioty z metali szlachetnych.

Znaki imienne nie mogą być tworzone dowolnie, odbywa się to według ustalonych reguł, z uwzględnieniem wielowiekowej tradycji. Zazwyczaj zawierają one inicjały wnioskodawcy, znajdujące się w obrysie w kształcie figury geometrycznej lub innym zamkniętym konturze.

Polskie prawo probiercze stwarza podmiotom ustalającym wzór znaku imiennego możliwość złożenia w urzędzie probierczym swoich propozycji w tym zakresie. Nieodzownym warunkiem akceptacji takiej propozycji jest indywidualny charakter znaku, pozwalający na jego jednoznaczną identyfikację oraz brak podobieństwa do innego znaku, wpisanego wcześniej do rejestru znaków imiennych.

Znaki imienne są nierozłącznie związane z wyrobami wykonanymi z metali szlachetnych od najdawniejszych czasów, niemal od momentu kiedy zaczęto wytwarzać tego rodzaju przedmioty. Najstarsze znane polskie znaki mają formę jednoliterową i widnieją na przedmiotach wykonanych w średniowieczu. W późniejszych wiekach, wraz z rozwojem sztuki złotniczej, ewoluują również znaki – stają się bardziej wymyślne i skomplikowane – dodawane są kolejne litery, często stylizowane w monogram, symbole (znaki heraldyczne, gwiazdy, korony), wizerunki zwierząt. Później, od XVII wieku, zaczęto używać znaków zawierających pełne nazwisko wytwórcy.

Imiennik umieszczony na wyrobie pełni bardzo ważną funkcję, ponieważ dostarcza informacji o tym, kto jest

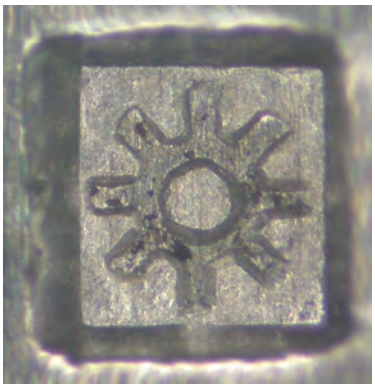


Najpopularniejsze obrysy znaków imiennych

fot. arch. własne

Znak imienny – symbol żuka

fot. arch. własne



Znak imienny z symbolem słońca

fot. arch. własne

autorem wyrobu lub kto ponosi za niego odpowiedzialność w obrocie. Pozwala też, choćby w przybliżeniu, na datowanie okresu, w którym dany przedmiot powstał.

W czasach współczesnych, ze względu na otwarcie rynku obrotu wyrobami z metali szlachetnych i różne systemy kontroli probierczej (obligatoryjny, fakultatywny, wolny), w krajach, w których nie wprowadzono obowiązkowego badania i cechowania wyrobów z metali szlachetnych przez upoważnioną do tego, nie związaną z producentem, instytucję, znaki imienne mają rangę oznaczeń upoważniających do obrotu. W takich przypadkach to nie urząd probierczy ponosi odpowiedzialność za próbę wyrobu, ale podmiot, który umieścił imiennik. Ze względu na tę rozszerzoną funkcję znaków imiennych oraz fakt, że zgodnie z przepisami bywają one umieszczane nie tylko przez producenta, ale również przez podmiot wprowadzający do obrotu, zmieniono ich nazwę – ze znaków imiennych wytwórcy (*marks of producer, sponsor's marks*) na znaki odpowiedzialności (*responsibility marks*). Pojęcia te powszechnie obowiązują obecnie na rynku europejskim, dlatego podano ich brzmienie w języku angielskim.

W ustawie Prawo probiercze, w przepisach dotyczących znaków imiennych, pojawia się szereg pojęć związanych z procedurą dokonania wpisu znaku do rejestru znaków imiennych.

Projekt graficzny znaku imiennego jest to wstępna rysunkowa wersja znaku imiennego, uzgodniona z urzędem probierczym.

Wizerunek znaku imiennego jest to zawartość, treść znaku; zazwyczaj zawiera inicjały właściciela w kolejności: pierwsza litera znaku zgodna z pierwszą literą imienia, druga litera znaku zgodna z pierwszą literą nazwiska. Dopuszcza się ustalenie znaków imiennych pochodzących od nazwy lub firmy wnioskodawcy albo zawierających pojedyncze litery, znaki graficzne, rysunki, symbole, elementy architektoniczne, a nawet elektroniczny adres witryny internetowej.

Wizerunek graficzny znaku imiennego jest to podobizna znaku wyrażona za pomocą rysunku, stanowi projekt służący do wykonania znaku.

Graficzne wizerunki cech probierczych są to podobizny cech probierczych wyrażone w formie rysunkowej, rozmieszczone na arkuszu w określonym porządku; zazwyczaj wizerunki cech probierczych występują w układzie tabelarycznym z podziałem uwzględniającym rodzaj metalu szlachetnego i próby.

Odbitka kontrolna znaku jest to wizerunek znaku imiennego odtworzony (odbity, umieszczony, odwzorowany) na blaszce przechowywanej w urzędzie jako wzór znaku.

Wzór znaku imiennego jest to wizerunek znaku odwzorowany na blaszce oraz (lub) fotografia. Wzór wpisany do rejestru i przechowywany w urzędzie na blaszce, stanowi jedyny wzorzec do odtwarzania znaku.

Obrys jest to zamknięta linia w kształcie figury geometrycznej, obwodząca treść znaku imiennego w określonej płaszczyźnie przekroju (kontur); najczęściej wykorzystywane są w różnych wariantach: owal, okrąg, elipsa, kwadrat, prostokąt, trójkąt, romb, gwiazda.

Wniosek o wpis znaku do rejestru znaków imiennych jest to podanie złożone na formularzu określonym przepisami prawa probierczego, skierowane do dyrektora okręgowego urzędu probierczego, dotyczące dokonania wpisu znaku do rejestru znaków imiennych. Wniosek powinien zawierać: oznaczenie podmiotu (nazwę przedsiębiorcy), adres do doręczeń, zaświadczenie o wpisie do ewidencji działalności gospodarczej albo odpis z Krajowego Rejestru Sądowego (KRS), numer identyfikacyjny w kra-

Znak imienny składający się z jednej litery

fot. arch. własne

Znak imienny z nazwą przedsiębiorstwa

fot. arch. własne

jowym rejestrze urzędowym podmiotów gospodarki narodowej (REGON), numer ewidencyjny Powszechnego Elektronicznego Systemu Ewidencji Ludności (PESEL).

Rejestr znaków imiennych jest to uporządkowany katalog (wykaz) wpisanych do niego znaków imiennych, według określonych w ustawie kryteriów, prowadzony w systemie informatycznym przez właściwego miejscowo dyrektora okręgowego urzędu probierczego, służący do przechowywania i odtwarzania znaków oraz informacji o znakach.

Wpis znaku do rejestru znaków imiennych jest to czynność polegająca na zarejestrowaniu znaku wytwórcy lub podmiotu wprowadzającego do obrotu wyrób z metalu szlachetnego wytworzonego poza terytorium Rzeczpospolitej Polskiej w elektronicznym rejestrze znaków imiennych, przez właściwego miejscowo dyrektora okręgowego urzędu probierczego w drodze decyzji administracyjnej. Ponadto wpisowi do rejestru podlegają: numer ewidencyjny znaku imiennego, data wpisu, oznaczenie podmiotu (nazwa), adres, numer w KRS albo w ewidencji działalności gospodarczej, numer PESEL, informacja o zmianie danych objętych wpisem do rejestru znaków imiennych wraz ze wskazaniem tych zmian, numer REGON.

Decyzja administracyjna o wpisaniu znaku do rejestru jest to akt administracyjny rozstrzygający sprawę w danej instancji; wydawana jest w formie pisemnej i zawiera: oznaczenie organu administracji probierczej (właściwego dyrektora OUP), datę wydania decyzji, oznaczenie strony lub stron, do których decyzja jest skierowana, numer ewidencyjny znaku, fotografię znaku, podstawę prawną decyzji, rozstrzygnięcie sprawy, uzasadnienie faktyczne i prawne, pouczenie o możliwości odwołania, terminach i trybie, podpis z podaniem imienia i nazwiska oraz stanowiska służbowego osoby upoważnionej do wydania decyzji.

Wniosek o udostępnienie informacji z rejestru znaków imiennych jest to prośba skierowana do właściwego dyrektora OUP o udzielenie informacji zawartych w rejestrze znaków imiennych. Dane w rejestrze są jawne i każdy może złożyć stosowny wniosek o ich udostępnienie. Wniosek powinien zawierać: oznaczenie wnioskodawcy (imię i nazwisko lub nazwa przedsiębiorcy, adres do korespondencji) oraz wskazanie informacji, które mają być udostępnione (wizerunek znaku, numer ewidencyjny znaku, datę wpisu znaku do rejestru, oznaczenie podmiotu oraz adres).

Ustawodawca szerzej niż dotychczas określił krąg podmiotów zobowiązanych przepisami prawa do posiadania znaku imiennego i zgłoszenia go do rejestru prowadzonego w urzędzie probierczym. Obowiązek zgłoszenia znaku do rejestru przez podmioty sprowadzające wyroby z metali szlachetnych z zagranicy, nadaje imiennikowi rangę „znaku odpowiedzialności" również w naszym kraju, chociaż nie wyrażoną wprost, ale poprzez istotę uregulowań prawnych. Zwiększa to bezpieczeństwo nabywcy, mającego możliwość dokonania – na podstawie znaku imiennego – identyfikacji przedsiębiorcy wprowadzającego wyroby z metali szlachetnych do obrotu. Odpowiada on przed klientem za próby wyrobów zwolnionych z obowiązku badania i cechowania, ponosząc z tego tytułu wszelkie konsekwencje.

Zawarte w tej części cyklu słownictwo odnosi się do procesu wpisywania znaków do rejestru znaków imiennych. Znajomość terminologii używanej w tym zakresie ułatwi interpretację obowiązujących przepisów dotyczących procedury wpisania znaku do rejestru, a także będzie przydatna w kontaktach międzynarodowych, podczas realizacji kontraktów i umów o charakterze handlowym.

Kolejny artykuł z cyklu terminologii probierczej będzie dotyczył nadzoru i kontroli nad wykonywaniem przepisów ustawy Prawo probiercze.

Mila za milą …

Jerzy Borzymiński (Zakład Promieniowania i Drgań, GUM)

W związku z zainteresowaniem historią mili, a co za tym idzie bardzo dobrym przyjęciem pierwszej części artykułu dr. Jerzego Borzymińskiego, publikujemy ten tekst w całości. Miłej lektury…

To przecież znane i oczywiste

Mila jest słowem dla nas – jakby nie patrzeć – bliskim, choć kiedy je przeczytamy lub usłyszymy, to wtedy kojarzy się już z pojęciem „dalekości". Prawdopodobnie większość z nas słyszała w dzieciństwie o bajkowych „siedmiomilowych butach". Niektórzy pamiętają też „Stumilowy Las", w którym mieszkali bohaterowie książek Alana Alexandra Milne'a z Kubusiem Puchatkiem „na czele". I już wtedy – choć zapewne nikt o tym nawet nie pomyślał – po raz pierwszy mieliśmy okazję zetknąć się z metrologią i jej problemami.

Za mniej istotny możemy uznać fakt, że od ponad 85 lat trwa „dyskusja" w światowej literaturze, czy bohater bajek Milne'a był niedźwiadkiem czy „niedźwiadką" – uczestniczą w niej liczne, czasem wybitne, nazwiska, ale nie jest to problem metrologiczny. Sam Alan Alexander Milne nie przywiązywał do tego większej wagi. Ważne natomiast jest – i tu autor pewnie wypowiedziałby się zdecydowanie – że nigdy nie pisał o Stumilowym Lesie. Akcja jego bajek toczy się bowiem w *Hundred Acre Wood*, czyli w Stuakrowym Lesie.

Jak wiadomo 1 akr, czyli 1 acre = 4046,8564224 m^2 (w jardach wypada to „ładniej" – 4840 jardów kwadratowych); zatem 100 akrów to 4 04685,64224 m^2, w przybliżeniu – 404686 m^2, a więc Stuakrowy Las (który w tłumaczeniu polskim stał się Stumilowym Lasem) – zakładając, że jego teren był kwadratem – mierzyłby jakieś 636 m na 636 m, a gdyby miał kształt prostokąta, to mógłby mierzyć np. 1 km na ok. 405 m. Za optymalną odległość pomiędzy przystankami autobusowymi w mieście uważa się 400 m, za największą dopuszczalną – 1000 m. A więc, gdzie tu te 100 mil?! Z Londynu do Bristolu jest w linii prostej 100 mil, a do Oxfordu – nieco ponad 50 mil. Cóż dodać? – zdziwiłby się autor – absolwent (1903) wydziału matematyki uniwersytetu w Oxfordzie, że nasz Kubuś Puchatek miał do dyspozycji taki kawałek lasku.

Od czego to się zaczęło?

Oczywiście, cały czas mówimy o milach „angielskich", a odległości podajemy według danych na rok 2012. Ale metrologia uczy nas ścisłości w mierzeniu i obliczaniu wyników, więc wypada poświęcić chwilę namysłu temu, co miałoby to potoczne określenie stosowanej w Wielkiej Brytanii miary długości oznaczać? I tu napotykamy pewne komplikacje. Bo – przede wszystkim – „mile angielskie" bywały różne i „szukając początku" dochodzimy w końcu do czasów, kiedy wskutek podboju Brytania stała się prowincją Imperium Rzymskiego, które wprowadzając swój porządek administracyjny wprowadziło też w podbitym kraju swoje miary i wagi.

Milę, która na wiele wieków rozpowszechniła się w Europie, „zawdzięczamy" więc Rzymianom. Im też zawdzięczamy poniekąd nazwę „mila", bo pochodzi ona od słów *mille passuum*, czyli tysiąc (*mille*) *passuum* czyli „podwójnych kroków" (*passus*, l. mn. *passus*; krok pojedynczy zwał się *gradus*). Źródła – jak to źródła – podają nieco odmienne wartości w przeliczeniu na nasze miary. *Passus* miał 80 cali rzymskich, co równało się 5 stopom, co z kolei przeliczamy na 1478,5 m. Niektóre źródła podają wartość 1479 m, 1480 m albo 1482 m. Różnica wynika z różnych przeliczeń rzymskiej „stopy" (*pes*, l.mn. *pedes*) na centymetry: od 29,57 cm do 29,60 cm. Odległość wynoszącą *mille passuum* określano też jako *milliarium*.

Ślady tych powikłań widać również w Wielkiej Brytanii, gdzie stwierdzono, że odległość między kamieniami milowymi na zachowanych resztkach dróg rzymskich sięgała nawet 1520 m. Mila miała z definicji 5000 stóp, a więc stopa zastosowana przy odmierzaniu odległości pomiędzy tymi kamieniami milowymi musiała mieć 30,4 cm.

Stopa angielska miała 30,48 cm i w związku z tym zapewne stosowana w średniowieczu w Anglii „mila londyńska" miała 1524 m, bo chociaż legiony rzymskie opuściły Brytanię w 409 r., to mila nadal miała tysiąc podwójnych kroków.

W czasach późniejszych używano w Imperium Brytyjskim różnych mil. Oprócz mili mającej około 1609 m, używano też mili „dłuższej" („podobnej" do mili francuskiej), liczącej 1949 m, a także mili szkockiej (1814 m) oraz irlandzkiej (2048 m).

W 1592 r. parlament brytyjski określił milę (nazywaną *statute mile*) następująco:

1 mile = 8 furlongs = 80 chains = 320 rods = 1760 yards
= 5280 feet

Jest ona równa 1609,344 m. Liczba stóp w tej mili oraz długość stopy są takie, że możemy powiedzieć, iż mila ta nie jest już – wyjąwszy nazwę – „podobna" do mili rzymskiej. Za to nazwa „mila" nie traci na popularności i w Wielkiej Brytanii pojawia się w zaskakującej postaci, np. w określeniu „mila metryczna"

– tak bywa określany dystans 1600 metrów, na którym rozgrywane bywają konkurencje biegowe podczas zawodów lekkoatletycznych.

Również w innych krajach milą zaczęto nazywać jednostki miary długości i większe i mniejsze. Istniało np. kilka rodzajów „mil polskich", które – w przeliczeniu na nasze jednostki miar (SI) – miały (pomiędzy 1764 a 1818 rokiem) następujące wartości:

- mila mała – ok. 6250 m
- mila średnia – ok. 7000 m
- mila wielka – ok. 7800 m

We wprowadzonym w Królestwie Kongresowym w 1818 r. systemie „miar nowopolskich" mila miała 8534,31 m. Ósma część mili nosiła nazwę „staje", które liczyło 1067 m. Skądinąd było ono w pewnym okresie niemal równe rosyjskiej „wiorście", która z kolei równa była 1/7 mili rosyjskiej (7467,6 m) i wynosiła 1066,78 m. (Tak było po roku 1835; do 1835 r. wiorsta liczyła 1077 m)

Czasem mila bywała bardzo „długa". Np. stosowana w Saksonii ok. 1722 r. *mittlere Post* – lub *Polizeimeile* („średnia mila pocztowa" lub „policyjna") miała 9062 m. To zresztą tylko jeden z mnóstwa podobnych przykładów.

Jak to przetłumaczyć, czyli o rzetelności przekładów i jednolitości w terminologii metrologicznej

Ta różnorodność, jaką spotykamy w przypadku jednostek miary nazywanych milą, pokazuje m.in., jak ważna bywa w metrologii terminologia i jakie niepotrzebne problemy powodować może nieodpowiedzialne i nieprofesjonalne tłumaczenie.

Ósma część mili nowopolskiej to staje. Zapewne ten fakt „zachęcił" kogoś, aby ósma część *statute mile*, tj. *furlong* „nazywała się" po polsku też „staje". Tyle, że mila nowopolska miała ponad 8 km, a *statute mile* trochę ponad 1,6 km. Zapytać wypada, gdzie tu miejsce na logikę?

Czasem mamy do czynienia z – delikatnie mówiąc – nieporozumieniami. Niegdyś stosowana angielska *land league* (4828 m) bywa w polskich tekstach nazywana „milą (!) lądową", podobnie jak *statute mile* (1609,344 m). Oczywiście „league" to nie „mila", a „statute" to nie „lądowa". Nie ma żadnego rozsądnego powodu dla wymyślania polskiej nazwy tam, gdzie nazwa angielska jest i łatwa dla Polaka do wymówienia i można ją bez trudu na język polski poprawnie przetłumaczyć, gdyby już ktoś koniecznie tak chciał. Czasem jednak wchodzi w grę swoista nonszalancja, kiedy np. o *statute mile* mówi się „tzw. mila statutowa". „Tak zwana", ale przez kogo?

Wydawałoby się, że mila odchodzi do przeszłości, ale tak nie jest. Jest i pewnie długo będzie w użyciu jednostka miary, która u nas nazywa się „milą morską" (dokładnie 1852 m). Stosowane dla niej oznaczenia to: M, NM albo nmi. Czasem też INM, a u nas Mm, a czasem MM. Tu jednak znowu stwierdzamy ciekawy fakt. Oto w języku angielskim „nasza" mila morska nazywa się *nautical mile*, co po polsku należałoby przetłumaczyć jako „mila żeglarska" czy „mila żeglugowa", a najlepiej chyba „mila nautyczna"; słowo „nautyka" występuje w polskich słownikach i literaturze dotyczącej zagadnień morskich i żeglugowych.

Natomiast „mila morska", to po angielsku *sea mile*, a nazwa ta bywała stosowana do różnie definiowanych jednostek liczących od ok. 1855,3 m do 1849,1 m. Co więc można powiedzieć o takiej „rzetelności" translatorskiej. Jak to mówią: szkoda gadać. Może tylko jedno jeszcze: takie „tłumaczenia" nie są wykonywane przez tłumaczy, ale raczej przez kogoś, komu się wydaje tylko, że zna język obcy i że zna się na tłumaczeniu.

Jak widać mila jest tematem „stumilowym". Choć trudno powiedzieć, czy zawsze chodzi o milę. W literaturze polskojęzycznej można spotkać informację o chińskiej jednostce miary długości, której nazwę chińską zapisano jako *li*. Początkowo liczyła ona 576 m, a później 500 m. Polska nazwa tej jednostki (wg publikacji, której tu nie wymieniamy) brzmi… mila.

Wspomniana wyżej brytyjska *land league* liczy 3 mile po ok. 1609 m. Przydawka „*land*" (lądowa) służy odróżnieniu tej jednostki miary od innej stosowanej do wyrażania odległości na morzu. Tej drugiej używali m.in. także Portugalczycy: ich *legua* również miała 3 mile morskie. W jednej z polskich publikacji obok nazwy *legua* pojawia się wyjaśnienie: „mila portugalska". I cóż tu powiedzieć? Może: *no comment*?

Jeszcze jeden wątek literacki

Wymienione wyżej *league* czy *legua* używane były w wielu krajach i trudno by je uznać za mało znane. I nie jest to bynajmniej dziwne, gdyż ich „protoplastką" była *leuga* rzymska wywodząca się od jednostki znanej w starożytności jako *leuga gallica*. Ta historia jest jak widać jeszcze dłuższa niż historia mili i nie zajmiemy się nią tutaj, ale przywołujemy tę mniej znaną u nas jednostkę miary z innego powodu. Otóż używana była ona m.in. także we Francji, nazywa się po francusku *lieue* i liczyła – w zależności od stosowanej w danym miejscu definicji – od 3,25 do 4,68 km. Uwiecznił ją, można powiedzieć, Jules Verne w tytule swojej powieści „Vingt mille lieues sous les mers", która wszakże w języku polskim nosi tytuł „Dwadzieścia tysięcy mil [!] podmorskiej żeglugi". Nie jesteśmy tu na szczęście outsiderami, bo w niektórych krajach dopuszczono się również takiego wypaczenia myśli znakomitego pisarza, np. w języku niemieckim jego powieść nosi tytuł „20 000 Meilen unter dem Meer". Może komuś się wydawało, że taki tytuł będzie brzmiał „ładniej", ale faktem jest, że pisarzowi chodziło o pokazanie, jak wielką podmorską podróż odbył *Nautilus* – było to 80 000 km (odległość równa podwojonej długości równika), a wydawcy polscy, niemieccy i niektórzy inni zrobili z tego jakieś 37 000 km. Trochę szkoda. Ale *leuga* czy *league* ma szansę przetrwać w literaturze w inny sposób. Wspomniane na początku „siedmiomilowe buty" to w baśniach angielskich „*seven-league boots*".

Badanie wyrobów ze stopów metali szlachetnych

Aleksandra Górkiewicz-Malina (OUP w Krakowie)

Artykuł omawia metody badania wyrobów ze stopów metali szlachetnych, w szczególności koncentrując się na metodzie przybliżonej na kamieniu probierczym.

Metody określania zawartości metali szlachetnych w stopach jubilerskich opisane są w przepisach obowiązującego prawa, tzn. w ustawie z dnia 1 kwietnia 2011 roku Prawo probiercze (Dz. U. nr 92, poz. 529 z 2011 r.) oraz w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 31 maja 2012 r. w sprawie wyrobów z metali szlachetnych (Dz. U. poz. 681 z 2012 r.). Zgodnie z tymi przepisami do badania wyrobów stosuje się metody analityczne:

a) metodę kupelacji – dla stopów złota,
b) metodę wagową – dla stopów platyny i palladu,
c) metodę potencjometryczną – dla stopów srebra,
d) metodę atomowej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP – AES) – dla stopów złota, srebra, platyny i palladu;

oraz metodę przybliżoną, na kamieniu probierczym.

Pomocniczo może być stosowana metoda fluorescencji rentgenowskiej oraz pomiar gęstości stopu.

W niniejszym opracowaniu skoncentrowano się na metodzie przybliżonej na kamieniu probierczym, która przez wiele lat, praktycznie do końca lat 90., była metodą podstawową przy badaniu wyrobów ze stopów metali szlachetnych.

Stosowanie tej metody było możliwe dzięki temu, iż podczas wytwarzania wyrobów wytwórcy korzystali ze stopów o tradycyjnych składach, których odpowiedniki były w posiadaniu urzędów probierczych. I tak, dla stopów złota, dodatki stopowe stanowiły srebro i miedź, a dla stopów srebra, jedynie miedź. Wykaz domieszek stopów był określony w przepisach prawa, a wytwórca, który chciał zastosować dodatkowy składnik stopowy, musiał uzyskać zgodę urzędu probierczego. Ponadto, techniki wytwarzania wyrobów ograniczały się w większości przypadków do ręcznej produkcji.

Na początku lat 90. rozpoczął się import biżuterii z Włoch i Dalekiego Wschodu, która nie tylko różniła się kolorystyką, ale również nowym wzornictwem, wymagającym stosowania nowych technologii wytwarzania. Wymagało to również zastosowania dodatkowych składników stopowych, które miały wpływ na plastyczność, wytrzymałość, jak też na kolor stopów, szczególnie złotych. Ze względu na fakt, iż urzędy probiercze nie posiadały wzorców umożliwiających przeprowadzenie badań metodą przybliżoną, stała się ona dla wyrobów wykonanych z tych stopów, metodą pomocniczą, pozwalającą jedynie na sprawdzenie jednorodności stopów oraz na wybór reprezentatywnej próbki do wykonania analiz.

Należy również zaznaczyć, że przy zastosowaniu metody przybliżonej, wskazane jest równoległe stosowanie metod pomocniczych: fluorescencji rentgenowskiej w przypadkach, gdy w stopach stosowane są dodatki, dla których urzędy nie posiadają odpowiednich wzorców oraz pomiar gęstości, a także wtedy, gdy istnieje podejrzenie, że wyrób może być wypełniony metalem nieszlachetnym.

Przed przystąpieniem do wyboru metody badania zgłaszaną partię wyrobów poddaje się ocenie wstępnej, która obejmuje: rodzaj zgłoszonych wyrobów, deklarowaną próbę, obecność powłok oraz elementów wykonanych z metali nieszlachetnych.

Rozpoznanie przeprowadza się poprzez oględziny, metodą kroplową, opiłowanie, zeskrobanie powłok lub wstępne badanie na kamieniu probierczym.

Metoda przybliżona na kamieniu probierczym jest oceną organoleptyczną. Może być stosowana przede wszystkim dla wyrobów z metali szlachetnych używanych, ale jest dopuszczalna także dla pojedynczych sztuk wyrobów nowo wytworzonych, wykonanych ze stopów tzw. „typowych", dla których urząd ma odpowiedniki w postaci wzorców (iglic probierczych).

Oznaczanie zawartości metali szlachetnych w stopach i wyrobach polega na porównaniu intensywności reakcji chemicznych, zachodzących pod wpływem działania cieczy probierczych na narysach, które wykonano na kamieniu probierczym badanym przedmiotem oraz wzorcową iglicą probierczą o odpowiedniej barwie. Zastosowanie tej metody wymaga wyjątkowych predyspozycji od badających, w zakresie umiejętności rozróżniania barw i odcieni oraz dużego doświadczenia.

Stanowisko do badania wyrobów metodą przybliżoną musi być wyposażone w kamień probierczy, zestaw iglic probierczych i cieczy probierczych dla poszczególnych metali szlachetnych.

W poprzednim numerze Biuletynu omówiono podstawowe terminy związane z pojęciem „próby" i cechy probierczej", ale celowe wydaje się powtórzenie niektórych definicji w niniejszym artykule.

Kamień probierczy to oszlifowany łupek krzemionkowy w kształcie prostopadłościanu o charakterystycznym czarnym zabarwieniu. Powinien mieć zbitą, drobnokrystaliczną

Wymagane elementy zestawu do badania metodą przybliżoną na kamieniu probierczym

fot. arch. OUP Kraków

strukturę i być odpornym na działanie kwasów mineralnych. Zamiast kamieni naturalnych (lidytu lub radiolitu) można stosować również kamienie syntetyczne. Przed wykonaniem oznaczenia powierzchnię kamienia probierczego należy oczyścić i odpowiednio natłuścić.

Ciecze probiercze stanowią mieszaniny kwasów mineralnych, kwasów mineralnych i soli lub wodne roztwory tych mieszanin. Do ich sporządzania stosuje się odczynniki o wysokim stopniu czystości, takie jak kwasy: azotowy, solny, siarkowy o odpowiednich stężeniach, a także chlorek złota. Ciecze probiercze przechowuje się w szklanych butelkach z zamknięciem na szlif, wykonanych ze szkła oranżowego lub białego. Jeżeli ciecze przechowuje się w butelkach ze szkła białego, powinny one być ustawione w miejscu zaciemnionym, gdyż dostęp światła powoduje zmiany ich właściwości chemicznych.

Iglice probiercze – płaskie pręty metalowe, składające się z końcówki – wykonanej ze stopu metalu szlachetnego o ściśle określonej próbie, tj. platyny, palladu, złota lub srebra – oraz trzonka, wykonanego z metalu nieszlachetnego, na którym wybita jest zawartość szlachetnych i nieszlachetnych składników stopu końcówki. Końcówka i trzonek są ze sobą trwale zlutowane. Dla każdego metalu szlachetnego stosuje się określony zestaw iglic.

Iglice probiercze, w które wyposażone są wydziały techniczne i wydziały zamiejscowe OUP, wykonywane były dotychczas przez Mennicę Polską. Od kilku lat Mennica nie może uzyskać stopów, spełniających normy jakościowe, wymagane od wzorców. Wprawdzie wyniki analiz chemicznych uzyskanych stopów były zadawalające, ale narysy wykonywane przy ich użyciu znacznie fałszowały wyniki. Najprawdopodobniej jest to spowodowane błędami w obróbce termicznej.

Zlecenie wykonania wzorców za granicą obarczone jest dużym ryzykiem, gdyż – mimo poniesienia wysokich kosztów takiego przedsięwzięcia – nie ma gwarancji jakości, bowiem nie ma możliwości sprawdzenia stopu na kolejnych etapach technologicznych.

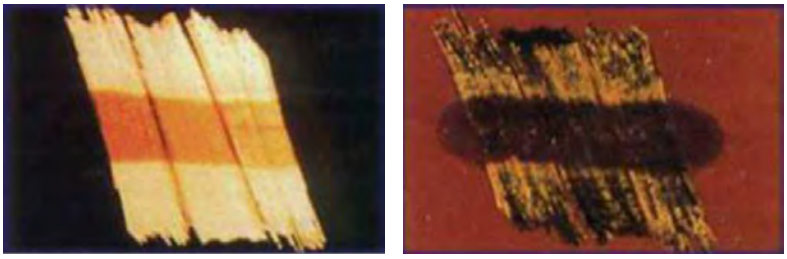
W laboratorium Okręgowego Urzędu Probierczego w Krakowie rozpoczęto próby otrzymania podstawowych iglic trójskładnikowych: Au-Ag-Cu. Uzyskane wyniki są zadowalające, zarówno w zakresie uzyskanego składu, jak również prawidłowości wykonywanych narysów.

Metodę przybliżoną można stosować do badania stopów o następujących zakresach prób: dla stopów złota od 0,250 do 0,986 Au, dla stopów platyny od 0,600 do 1,000 Pt, dla stopów palladu od 0,500 do 0,950 Pd, dla stopów srebra od 0,750 do 0,925 Ag.

Dokładność oznaczenia zawartości metali szlachetnych metodą przybliżoną na kamieniu probierczym zależy między innymi od próby i składu badanego stopu, jakości wykonania narysów, temperatury otoczenia, oświetlenia stanowiska pracy oraz zdolności i wprawy probierza.

Na oczyszczonej powierzchni kamienia probierczego wykonuje się badanym przedmiotem jednolity, zwarty narys. Powinien on składać się z zespołu pojedynczych rys, nakładanych na kamień jedna obok drugiej, w tak małych odległościach, aby całość tworzyła jednolite, metaliczne pasmo o długości około 20 mm i szerokości około 5 mm. Pojedyncze narysy należy nanosić wzdłuż dłuższego boku prostokąta i z możliwie jednakowym naciskiem. Należy unikać wykonywania narysów miejscami zawierającymi lutowie, o ile nie jest ono przedmiotem badania. Należy również unikać nakładania się rys, gdyż powoduje to pogrubienie i polerowanie naniesionej warstwy metalicznej, co utrudnia działanie cieczy probierczej i pozornie podwyższa próbę. Z obu stron, równolegle do narysów z badanego przedmiotu, wykonuje się narysy porównawczą iglicą probierczą, odpowiadającą próbą i barwą badanemu stopowi. Barwa stopu i jego podatność na działanie cieczy probierczych, zmienia się w zależności od rodzaju i ilości składników wchodzących w jego skład. W związku z tym bardzo ważne jest dobranie iglicy o najbardziej zbliżonej barwie.

Próbę stopu określa się na podstawie stopnia intensywności wytrawienia, zabarwienia lub ilości powstałego osadu, obserwowanych na narysach badanego stopu i iglicy porównawczej. Jeżeli ślady są jednakowe, to badany stop jest tej samej



Porównanie narysu badanego stopu złota (w środku) z narysami iglicy probierczej

fot. arch. OUP Kraków

próby co iglica porównawcza, gdy są ciemniejsze, to stop jest niższej próby, a gdy są jaśniejsze, to stop jest wyższej próby niż iglica.

Dla każdego asortymentu wyrobów z metali szlachetnych stosuje się różne techniki badania metodą przybliżoną. Wyroby jednoczęściowe, jak np. odlewy lub obrączki, bada się, wykonując na kamieniu probierczym od jednego do kilku narysów, w celu stwierdzenia zarówno próby metalu szlachetnego, jak też jednorodności stopu, z którego wyrób wykonano. Z kolei w wyrobach składających się z wielu elementów zlutowanych bądź też luźno połączonych ze sobą, takich jak np. bransolety, każdy element bada się oddzielnie.

Przy badaniu wyrobów łańcuszkowych, składających się z wielu drobnych elementów, narysy wykonuje się zespołem ogniw. W wyrobach dętych należy zbadać ich wnętrze pod kątem obecności metali nieszlachetnych, posługując się w tym celu cieczami probierczymi, wpuszczanymi do już istniejących lub specjalnie w tym celu wykonanych w wyrobie, otworów. Można też użyć magnesu.

Lutowie w wyrobach bada się kroplowo, poprzez naniesienie cieczy.

Przy badaniu dużej liczby wyrobów, tzw. „masówki", należy rozpoznać jakie wyroby znajdują się w zgłoszonej partii.

Stosownie do wyników rozpoznania, wyroby należy następnie podzielić na partie, zawierające jednakowe wyroby. W przypadku wyrobów ze złota i platyny lub palladu badaniu poddawanych jest 100 % wyrobów, a w przypadku wyrobów srebrnych nie mniej niż 50 % wyrobów.

W przypadku wyrobów wykonanych z elementów o różnych próbach tego samego metalu szlachetnego, tzw. elementów mieszanych, należy ustalić zawartość metalu szlachetnego w poszczególnych elementach, wyróżniając wynik najniższy, będący podstawą do oznaczenia wyrobu cechą probierczą. Na przykład bransoleta, której ogniwa boczne określono jako 0,500 Au, ogniwa środkowe jako 0,578 Au, a zamki – 0,585 Au, zostanie oznaczona cechą probierczą dla próby 0,500 Au.

W wyniku badania partii wyrobów na kamieniu probierczym, probierz powinien stwierdzić ich próbę, jej zgodność z próbą deklarowaną przez wytwórcę, jednorodność stopu lub stopów, z których wykonano wyroby lub ich elementy.

Jeżeli w wyniku badania metodą przybliżoną na kamieniu probierczym, została podjęta decyzja o próbie, wyroby są przekazywane na stanowisko oznaczania cechami probierczymi. Gdy jednak uzyskany wynik badania nie pozwala na podjęcie decyzji o próbie, próbka lub próbki reprezentatywne dla danej partii wyrobów, są przekazywane do laboratorium chemicznego, celem przeprowadzenia badań metodami analitycznymi.

Przykłady bransolet, w których poszczególne elementy takie jak: zamki, ogniwa boczne, ogniwa środkowe wymagają indywidualnego badania

fot. arch. OUP Kraków

Wprawdzie z uwagi na dokładność i powtarzalność wyników, analityczne metody badania wyrobów ze stopów metali szlachetnych w większości przypadków wyparły metodę przybliżoną na kamieniu probierczym, jednak będzie ona zawsze stosowana i nadal stanowi podstawę przy badaniu biżuterii w urzędach probierczych, oczywiście wspomagana przez metody pomocnicze, przede wszystkim przez fluorescencję rentgenowską. Stwarza to konieczność przeprowadzania ciągłych, specjalistycznych szkoleń kadry technicznej zatrudnionej w urzędach. A przy zatrudnianiu nowych pracowników do wydziałów technicznych poszerzono wymagania o zdolności manualne oraz wyjątkowe predyspozycje w zakresie rozróżniania barw i odcieni.

W kolejnym artykule zostaną omówione stosowane w polskich urzędach probierczych analityczne metody badania stopów metali szlachetnych, z których wykonane są wyroby jubilerskie zgłaszane do oznaczania cechami probierczymi.

Okręgowy Urząd Miar w Krakowie

Krzysztof Berg (OUM w Krakowie)

Pierwsze zorganizowane formy działalności służby miar w obecnych granicach Okręgowego Urzędu Miar w Krakowie pojawiły się w latach 1876–1881. Były to Urzędy Cechownicze lub Urzędy Miar i Wag zlokalizowane w Krakowie, Nowym Sączu, Przemyślu, Rzeszowie, Tarnowie i Tarnobrzegu. Po odzyskaniu niepodległości „Dekretem o miarach" z dnia 8 lutego 1919 roku i rozporządzeniem Dyrektora GUM ustanowiono 6 okręgów legalizacji narzędzi mierniczych. Teren obecnego Okręgowego Urzędu Miar w Krakowie znalazł się pod jurysdykcją urzędu we Lwowie. Po wyzwoleniu Krakowa spod okupacji niemieckiej w styczniu 1945 r. na bazie istniejącego w czasie okupacji Eichamtu przystąpiono do tworzenia Okręgowego Urzędu Miar i Miejscowego Urzędu Miar w Krakowie z siedzibą przy ul. Krupniczej 11. Rejestracja obydwu urzędów nastąpiła na początku lutego 1945 r.

Nadanie współczesnego kształtu państwowej administracji miar nastąpiło w 1952 r. i związane było z wydaniem „Dekretu o organizacjach administracji miar oraz o miarach i narzędziach pomiarowych" z dnia 19.04.1951 r. wraz z zarządzeniem „O zakresie i właściwości terytorialnej Okręgowych i Obwodowych Urzędów Miar" z dnia 09.01.1952 r.

Obszar nowo utworzonego Okręgowego Urzędu Miar w Krakowie obejmował ówczesne województwa: krakowskie, kieleckie i rzeszowskie z siedzibami Obwodowych Urzędów Miar w Krakowie, Jaśle, Kielcach, Nowym Sączu, Ostrowcu Świętokrzyskim, Przemyślu, Radomiu, Rzeszowie i Tarnowie. Następne lata to okres dynamicznego rozwoju urzędu i poszerzanie zakresu merytorycznego o nowe dziedziny pomiarowe. Kolejne zmiany organizacyjne związane z nowym podziałem administracyjnym kraju spowodowały, że w obszarze działania innych okręgów znalazł się cały teren dawnego województwa kieleckiego.

Obecnie Okręgowy Urząd Miar w Krakowie jest nowoczesną placówką metrologiczną zdolną sprostać najszerzej pojętym wymaganiom klienta. Dzisiaj OUM Kraków swoim działaniem obejmuje obszary województw małopolskiego i podkarpackiego z siedzibami Obwodowych Urzędów Miar w Krakowie, Przemyślu, Tarnobrzegu, Rzeszowie, Tarnowie, Jaśle i Nowym Sączu.

Na terenie działania OUM Kraków występują zarówno duże miasta, takie jak: Kraków, Rzeszów, Tarnów,

Nowy Sącz o znacznym potencjale uprzemysłowienia, jak i tereny typowo rolnicze z przewagą wsi i małych miasteczek, np. teren działania Obwodowych Urzędów Miar w Przemyślu, Tarnobrzegu, Rzeszowie czy Jaśle. Znaczna część okręgu to obszary turystyczne o dobrze rozwiniętej bazie noclegowej, handlowej i usługowej. Charakterystyczna dla okręgu jest niewielka liczba producentów przyrządów pomiarowych, podobnie jak importerów i upoważnionych przedstawicieli producentów. Podstawową grupę przedsiębiorców stanowią użytkownicy przyrządów pomiarowych.

Ta syntetyczna, ze zrozumiałych względów, charakterystyka okręgu determinuje zakres świadczonych przez okręgowy oraz obwodowe urzędy miar zadań i usług metrologicznych nakierowanych głównie na legalizację ponowną, w mniejszym zakresie na legalizację pierwotną i badania do oceny zgodności w ramach dyrektyw NAWI i MID.

Celem wsparcia producentów i upoważnionych przedstawicieli producentów przyrządów pomiarowych w Okręgowym Urzędzie Miar w Krakowie powołana została notyfikowana jednostka kontrolująca nr 1445. W skład jednostki wchodzą zarówno pracownicy okręgu jak i obwodów. Pozwala to na łatwy dostęp do świadczonych przez administrację miar okręgu krakowskiego usług.

Bardzo ważnym zagadnieniem, wynikającym z realizowanych przez organy administracji miar zadań państwa, są czynności nadzorcze i kontrolne mające na celu bezpieczeństwo obywateli we wszystkich sferach życia społecznego i gospodarczego. W ramach ustawowych obowiązków przeprowadzane są przez pracowników obwodów i okręgu czynności kontrolne związane z nadzorem nad przestrzeganiem przepisów ustawy Prawo o miarach, Ustawy o systemie tachografów cyfrowych i Ustawy o towarach paczkowanych.

Intensywny rozwój przemysłowy kraju, a także województw małopolskiego i podkarpackiego, wiążący się z dynamicznie rozwijającymi się technikami pomiarowymi, stał się przyczyną wzrastającego zapotrzebowania na usługi metrologiczne, polegające na wzorcowaniu przyrządów pomiarowych - elementu niezbędnego celem zachowania spójności pomiarowej. Przekazywanie wartości legalnych jednostek miar, od państwowych wzorców jednostek miar do przyrządów pomiarowych, będące jednym z celów polskiej administracji miar, stało się bodźcem do powołania Zespołu Laboratoriów Wzorcujących, do którego oddelegowani zostali pracownicy obwodowych urzędów miar, wydziałów technicznych i pomocniczych OUM w Krakowie. Zespół funkcjonuje jako laboratorium akredytowane – numer akredytacji AP 082 – i pozwala na zaspokojenie potrzeb przedsiębiorców nie tylko z terenu okręgu, ale w niektórych dziedzinach pomiarowych z terenu całej Polski. Działalność ta jest w opinii wielu przedsiębiorców istotnym i niezwykle potrzebnym wsparciem państwa na rzecz ich działalności.

Obwodowy Urząd Miar w Krakowie

Kraków, ul. Chłopickiego 4

Obszar działalności obejmuje miasto Kraków oraz powiaty: krakowski, chrzanowski, miechowski, myślenicki, olkuski, oświęcimski, proszowicki, wadowicki i wielicki.

Teren działania urzędu to obszary uprzemysłowione z dużymi zakładami produkcyjnymi. Jest to obszar atrakcyjny turystycznie, z dużą liczbą podmiotów handlowych i świadczących różnorodne usługi, w tym gastronomiczne i hotelarskie.

Obwodowy Urząd Miar w Krakowie obsługuje **9** punktów legalizacyjnych

Obwodowy Urząd Miar w Przemyślu

Przemyśl, ul. Świętego Jana 23

Obszar działalności obejmuje miasto Przemyśl oraz powiaty: przemyski, jarosławski, lubaczowski, przeworski.

Teren działania urzędu to obszary rolnicze, atrakcyjne turystycznie, w znacznej części graniczące z terytorium Ukrainy. Oprócz obsługiwania własnego terenu Obwodowy Urząd Miar w Przemyślu świadczy też usługi metrologiczne związane z ruchem przygranicznym.

Obwodowy Urząd Miar w Tarnobrzegu

Tarnobrzeg, ul. Kościuszki 4

Obszar działalności obejmuje miasto Tarnobrzeg oraz powiaty: tarnobrzeski, kolbuszowski, mielecki, niżański, stalowowolski.

Teren działania urzędu to obszary wiejskie, rolnicze. Na tym obszarze znajduje się też kilka dużych zakładów przemysłowych. Obwodowy Urząd Miar w Tarnobrzegu obsługuje **2** punkty legalizacyjne.

Obwodowy Urząd Miar w Rzeszowie

Rzeszów, ul. Legionów 14

Obszar działalności obejmuje miasto Rzeszów oraz powiaty: rzeszowski, dębicki, leżajski, łańcucki, ropczycko-sędziszowski, strzyżowski.

Teren działania urzędu to obszary uprzemysłowione z aktywnie rozwijającymi się usługami i handlem oraz rozległe obszary rolnicze i wiejskie. Obwodowy Urząd Miar w Rzeszowie obsługuje **4** punkty legalizacyjne.

Obwodowy Urząd Miar w Tarnowie

Tarnów, ul. Ochronek 22

Obszar działalności obejmuje miasto Tarnów oraz powiaty: tarnowski, bocheński, brzeski, dąbrowski.

Teren działania urzędu to obszary uprzemysłowione z dużymi zakładami przemysłowymi, oraz tereny wiejskie – rolnicze z dużą ilości wsi i małych miasteczek. Obwodowy Urząd Miar w Tarnowie obsługuje **2** punkty legalizacyjne.

Obwodowy Urząd Miar w Jaśle

Jasło, ul. Ducala 18

Obszar działalności obejmuje Jasło i Krosno – miasta na prawach powiatu oraz powiaty: jasielski, bieszczadzki, brzozowski, krośnieński i sanocki.

Teren działania urzędu to obszary zróżnicowane, zarówno pod względem uprzemysłowienia jak i gęstości zaludnienia. Obwodowy Urząd Miar w Jaśle obsługuje **2** punkty legalizacyjne. Specyfiką tego urzędu jest pracownia długości, kąta i geometrii powierzchni, która wzorcuje w ramach akredytacji 21 rodzajów przyrządów pomiarowych.

Obwodowy Urząd Miar w Nowym Sączu

Nowy Sącz, ul. Świętej Kunegundy 10

Obszar działalności obejmuje miasto Nowy Sącz oraz powiaty: tatrzański, nowotarski, suski, limanowski, gorlicki i nowosądecki.

Jednostka jest najbardziej wysuniętym na południe urzędem w Polsce i obejmuje tereny przygraniczne. Teren działania urzędu to obszary turystyczne, rolnicze, z szeregiem zakładów przemysłowych oraz podmiotów produkcyjnych, handlowych i świadczących usługi. Obwodowy Urząd Miar w Nowym Sączu obsługuje **1** punkt legalizacyjny.

Powyższa krótka charakterystyka okręgu krakowskiego nie oddaje w pełni realizowanych przez pracowników okręgu zadań, dlatego też serdecznie zapraszam do odwiedzenia naszej strony internetowej **www.urzadmiar.krakow.pl**

Edward Gubała

10 maja 2013 r. zmarł w Warszawie mgr inż. Edward Gubała, wieloletni pracownik Głównego Urzędu Miar, specjalista – diagnostyk aparatury pomiarowej wysokiego napięcia.

Urodził się 28 września 1944 r. jako syn doc. dr. inż. Dobrosława Gubały (1919–1980), który po wojnie zajmował wiele odpowiedzialnych stanowisk w przemyśle elektromaszynowym, m.in. był dyrektorem Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Technologii i Konstrukcji Maszyn.

Pan Edward Gubała ukończył Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Batorego w Warszawie, po czym w 1969 r., na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej uzyskał dyplom magistra inżyniera elektryka o specjalności „Pomiary Energetyczne". Działalność zawodową rozpoczął w Instytucie Elektrotechniki jako inżynier laboratoryjny, pracując nad nowym wtedy zagadnieniem, jakim było zastosowanie sześciofluorku siarki – jako materiału izolacyjnego – do gaszenia łuku elektrycznego w komorach wyłączników napięciowych. Uzupełnieniem jego badań był staż naukowy we Francji, w czasie którego zapoznał się z zastosowaniem SF_6 w energetycznych rozdzielnicach małogabarytowych seryjnie tam produkowanych.

We wrześniu 1972 r. inż. Gubała uzyskał przeniesienie służbowe na wakujące w Głównym Urzędzie Miar (wówczas w Polskim Komitecie Normalizacji i Miar) stanowisko kierownika Laboratorium Przekładników i Wysokich Napięć. Odtąd brał udział w pracach nad układami pomiarowymi do wyznaczania błędów przekładników prądowych i napięciowych. W szczególności specjalizował się w modelach kompensacyjnych do sprawdzania przekładników prądowych przy małych prądach pierwotnych. W sferze jego zainteresowań było też zagadnienie rozszerzenia charakterystyk metrologicznych przekładników do pracy przy częstotliwości 60 Hz. W ramach obowiązków służbowych utrzymywał kontakty służbowe z krajowymi producentami przekładników, tj.: Zakładami Aparatury Rozdzielczej w Warszawie-Międzylesiu i Fabryką Aparatury Elektromechanicznej „Fanina" w Przemyślu, dla których wykonywał badania typu wyrobów i legalizację. Zawsze zabiegał o unowocześnianie aparatury i rozwój instrumentarium badawczego swojego laboratorium, dbając o to, aby wartość techniczna i merytoryczna pomiarów w GUM była niepodważalna. Przy jego wydatnym wkładzie powstały w instytucji wzorce stosunku prądów i napięć przemiennych. Współpracował przy tym z ośrodkami naukowymi związanymi z tą dziedziną, a więc z Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) w Berlinie, Instytutem Elektrotechniki Nicola Tesla w Belgradzie, Instytutem Energetyki i Instytutem Elektrotechniki w Warszawie oraz z Politechniką Śląską w Gliwicach.

W latach 1974–1976, oprócz pracy w GUM, był równolegle zatrudniony jako starszy asystent w Zakładzie Elektrotechniki Teoretycznej i Miernictwa Elektrycznego Politechniki Warszawskiej. Wówczas to podjął studia doktoranckie na Wydziale Mechatroniki PW.

Pan Edward Gubała wielokrotnie uczestniczył w międzyuczelnianych konferencjach metrologicznych i w sesjach seminaryjnych Polskiego Komitetu Pomiarów i Automatyki NOT, na które przygotowywał oryginalne referaty dotyczące nowego wówczas pojęcia w metrologii: *stosunku napięć* i *prądów przemiennych*.

Osobną sferą jego aktywności była międzynarodowa działalność normalizacyjna w ramach RWPG i współpraca z Polskim Komitetem Normalizacyjnym w tematyce mostków pomiarowych do wyznaczania błędów modułu i kąta przekładników prądowych oraz napięciowych. Był opiniodawcą norm elektrycznych i współautorem krajowych przepisów i instrukcji o sprawdzaniu przekładników i mostków pomiarowych.

Ten ceniony specjalista przez wiele lat współpracował z Centralą Handlu Zagranicznego „Elektrim" jako ekspert w zakresie importu do Polski aparatury pomiarowej dla energetyki. Wiązało się to z wyjazdami zagranicznymi do Szwajcarii, Hiszpanii, Jugosławii (ówczesnej) i innych krajów. W latach 1980–1981 był aktywnym członkiem koła zakładowego NSZZ Solidarność.

W 2004 r. Pan Edward Gubała, za całokształt działalności, został odznaczony Złotym Krzyżem Zasługi, a wcześniej, różnymi wyróżnieniami i odznaczeniami resortowymi. Osiągnął swoisty rekord w historii GUM; przez blisko czterdzieści lat, a więc nieomal połowę czasu istnienia tej instytucji, zajmował to samo, kierownicze stanowisko. Przeszedł na emeryturę w 2009 r. Mgr inż. Edward Gubała zmarł nagle w wieku 68 lat i spoczął na Powązkach Wojskowych (kw. B39, rz. 6).

dr Andrzej Barański

KALENDARIUM NADCHODZĄCYCH WYDARZEŃ 2014

Styczeń	
24	***Kraków*** – W siedzibie Urzędu Miasta Krakowa odbędzie się uroczyste seminarium poświęcone obchodom 170 rocznicy utworzenia Urzędu Probierczego w Krakowie. Patronat nad obchodami objęła Pani Janina Maria Popowska, Prezes Głównego Urzędu Miar.
Luty	
3–5	***Kapsztad*** – Konferencja komitetów technicznych TC3, TC5 i TC22 IMEKO z udziałem przedstawiciela Laboratorium Siły i Ciśnienia Zakładu Mechaniki GUM.
3-7	***Teddington*** (Wielka Brytania) – Plenarne posiedzenie Komitetu Technicznego METCHEM EURAMET „Metrologia w Chemii" (TC-MC). Obradować będą również Podkomitety Techniczne (m.in. ds. Analiz Elektrochemicznych, ds. Analiz Nieorganicznych i ds. Analiz Gazowych). Gospodarzami spotkań będą dwa angielskie instytuty metrologiczne: LGC i NPL. Przewidziany jest udział przedstawiciela Zakładu Fizykochemii GUM.
Marzec	
11-13	***Turyn*** – Posiedzenie komitetu technicznego EURAMET TC-Flow i podkomitetów technicznych EURAMET ds. przepływu gazów i ds. przepływu cieczy. Udział wezmą pracownicy Laboratorium Przepływów Zakładu Mechaniki GUM.
12-14	***Warszawa*** – XVI Międzynarodowe Targi Analityki i Technik Pomiarowych EuroLab.
17-18	***Delft (Holandia)*** – Posiedzenie Komitetu Technicznego ds. Czasu i Częstotliwości EURAMET. Będzie to spotkanie przedstawicieli głównych europejskich krajowych laboratoriów czasu i częstotliwości.
27-28	***Genewa*** – 73 Posiedzenie Stałego Komitetu Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych oraz 13 Posiedzenie Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probierczych (IAAO). Udział wezmą dyrektorzy okręgowych urzędów probierczych w Warszawie i w Krakowie.
Kwiecień	
10-11	***Cavtat (Chorwacja)*** – 9 plenarne spotkanie Komitetu Technicznego Jakość – EURAMET TC-Q. Podczas spotkania Pełnomocnik Prezesa GUM ds. Jakości, wraz z przedstawicielami dwóch instytutów z Polski, dokona ponownej prezentacji (re-evaluation) systemów zarządzania w laboratoriach tych instytucji. Ostatni raz Główny Urząd Miar, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM oraz Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN prezentowały swoje systemy zarządzania na tym forum w 2009 roku podczas 4 posiedzenia plenarnego TC-Q w Salonikach.
Maj	
20	***Warszawa*** – Uroczyste obchody Międzynarodowego Dnia Metrologii i jubileuszu 95-lecia utworzenia Głównego Urzędu Miar.

EMRP
European Metrology Research Programme
Programme of EURAMET

The EMRP is jointly funded by the EMRP participating countries within EURAMET and the European Union

Mierzymy dla Wszystkich
od 1919 r.

GUM w Europejskich Programach Metrologicznych – EMRP i EMPIR

GŁÓWNY
URZĄD
MIAR

Zapraszamy na str. 10–18