

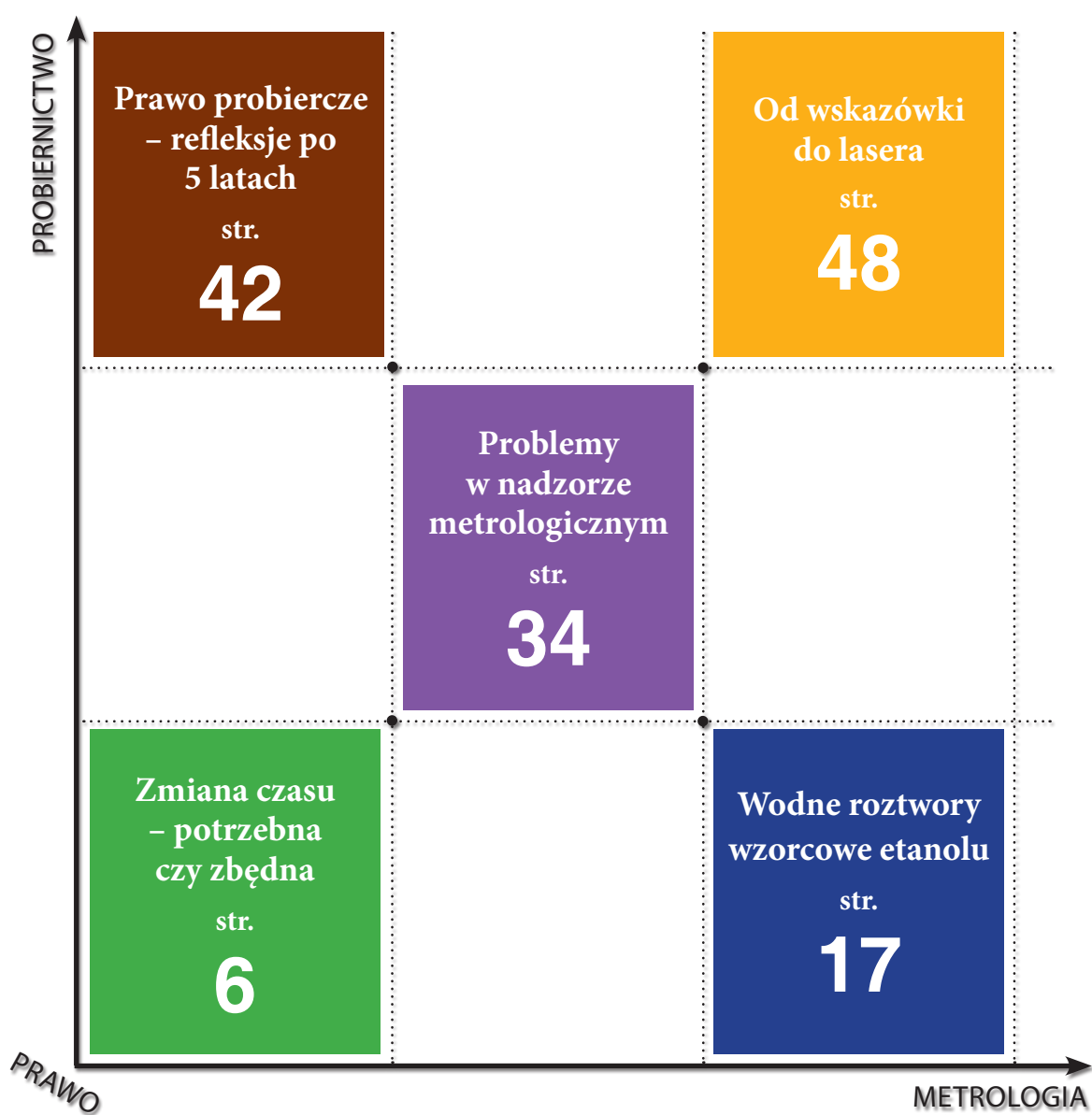


METROLOGIA I PROBIERNICTWO

ISSN 2300-8806

Biuletyn Głównego Urzędu Miar

nr 3-4 (18-19)/2017



Znajdziesz nas także na www.gum.gov.pl

W numerze:

Słowo wstępne

WYDARZENIA 3-16

TECHNIKA I POMIARY 17-32

- ♦ Wodne roztwory wzorcowe etanolu do wzorcowania analizatorów wydechu sporządzane metodą wagową
- ♦ Półautomatyczny układ pomiarowy multispektralnego interferometru laserowego do wzorcowania długich płytek wzorcowych

WSPÓŁPRACA 33

- ♦ Przebieg obrad 11. posiedzenia Zgromadzenia Ogólnego EURAMET

PRAWNA KONTROLA METROLOGICZNA 34-41

- ♦ Problemy w nadzorze metrologicznym
- ♦ Prawna kontrola metrologiczna zbiorników pomiarowych do cieczy, zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych

PROBIERNICTWO 42-47

- ♦ Ustawa Prawo probiercze – refleksje po pięciu latach obowiązywania. Część I

METROLOGIA W CZERWIE I DZIŚ 48-58

- ♦ Ewolucja mierników prędkości – od wskazówki do lasera
- ♦ W świecie metrologii akustycznej

In this issue:

Foreword

EVENTS 3-16

TECHNIQUE AND MEASUREMENTS 17-32

- ♦ Aqueous standard solutions of ethanol for calibration of breath simulators made by gravimetric preparation
- ♦ Semi-automatic measuring system of the multiwavelength laser interferometer for calibration of long gauge blocks

COOPERATION 33

- ♦ Proceedings of the 11th meeting of the EURAMET General Assembly

LEGAL METROLOGICAL CONTROL 34-41

- ♦ Problems in metrological supervision
- ♦ The legal metrological control of measuring tanks installed on the road vehicles

HALLMARKING 42-47

- ♦ The Hallmarking Law – conclusions after five years since its adoption. Part I

METROLOGY IN THE PAST AND NOWADAYS 48-58

- ♦ Evolution of speedometers – from needle to a laser
- ♦ In acoustic metrology world

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

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

Zdjęcia: Maciej Koszarny, Adam Żeberkiewicz.

Druk: ArtDruk Zakład Poligraficzny Andrzej Łuniewski, ul. Napoleona 2, 05-230 Kobyłka, www.artdruk.com

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

- 24–25.05 → **SPOTKANIE PRZEDSTAWICIELI URZĘDÓW PROBIERCZYCH W RAMACH GRUPY WYSZEHRADZKIEJ**
 W Sandomierzu, w Sali Ratusza Miejskiego odbyło się spotkanie przedstawicieli urzędów probierczych współpracujących w ramach Grupy Wyszehradzkiej (GV4), zorganizowane pod patronatem Burmistrza Sandomierza, Marka Bronkowskiego.
- 1.06 → **PODPISANIE POROZUMIENIA O WSPÓŁPRACY POMIĘDZY GUM A STOWARZYSZENIEM INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW KOMUNIKACJI RP**
 W imieniu GUM porozumienie podpisał Prezes GUM dr inż. Włodzimierz Lewandowski, natomiast w imieniu SITK RP podpisy złożyli: Prezes Stowarzyszenia prof. dr hab. inż. Janusz Dyduch i Sekretarz Generalny Waldemar Fabirkiewicz. Współpraca realizowana będzie w szczególności poprzez: podejmowanie prac metrologicznych, organizację konferencji i spotkań, seminariów, udział we wspólnych projektach i przedsięwzięciach naukowo-badawczych, wzajemną pomoc i aktywne wsparcie prac rozwojowych, wzajemną rekomendację oraz realizację przedsięwzięć związanych z transferem technologii, komercjalizacją prac rozwojowych i wsparciem innowacji, a także wymianę wiedzy w zakresie regulacji prawnych – opinii, uwag, a także konsultacji merytorycznych, w tym regulacji dotyczących rynku przyrządów pomiarowych.
- 3.06 → **PIKNIK NAUKOWY POLSKIEGO RADIA I CENTRUM NAUKI KOPERNIK**
 Na Stadionie PGE Narodowym odbyła się 21. edycja Pikniku, tym razem pod hasłem przewodnim „Ziemia”. W tym roku na zwiedzających czekało ponad 200 stanowisk organizacji i instytucji, w tym również oferta Głównego Urzędu Miar, na którą złożyły się pokazy, quizy i konkursy związane z oddziaływaniem promieniowania UV, zużyciem energii elektrycznej, a także działaniem różnego typu zegarów.
- 7–9.06 → **TARGI BIŻUTERII I ZEGARKÓW „JUBINALE”**
 Pracownicy okręgowych urzędów probierczych w Krakowie i Warszawie odwiedzili targi „Jubinale” w Krakowie, na których eksponowane były wyroby z metali szlachetnych. Podobny charakter miała odbywająca się na początku września w Gdańsku impreza pod nazwą „Ambermart”. Udział w obu wydarzeniach targowych stanowił okazję do zebrania informacji na temat nowych trendów i sytuacji ekonomicznej w branży jubilerskiej. Podczas spotkań z uczestnikami targów omawiano sprawy dotyczące metod badawczych stosowanych w probiernictwie, szczególnie zasady zastosowania metody fluorescencji rentgenowskiej XRF oraz problemy związane z wyposażeniem urzędów probierczych. Dyskutowano o metodach badania wyrobów wykonanych w nietypowych technologiach, np. mokume gane, gold bond, „graziella”. Porównywano dane statystyczne dotyczące liczby badanych i oznaczanych wyrobów z metali szlachetnych.
- 7.06 → **KONFERENCJA POŚWIĘCONA BUDOWIE KAMPUSU LABORATORYJNEGO GUM W KIELCACH**
 Propozycję utworzenia na terenie Kielc kampusu laboratoryjnego Głównego Urzędu Miar zapowiedzieli podczas specjalnie zorganizowanej konferencji: Prezes GUM dr inż. Włodzimierz Lewandowski, Marszałek Województwa Świętokrzyskiego Adam Jarubas, Prezydent Kielc Wojciech Lubawski oraz Wojewoda Świętokrzyski Agata Wojtyszek. Szacowany koszt inwestycji to ok. 200 mln zł, a powierzchnia udostępniona przez miasto na potrzeby inwestycji jest obliczona na 10–11 hektarów i znajduje się u podnóża góry Telegraf, w pobliżu drogi krajowej nr 73. Głównym źródłem finansowania przedsięwzięcia ma być Regionalny Program Operacyjny Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014–2020. Konferencja zorganizowana w Kielcach odbiła się szerokim echem w mediach ogólnopolskich i regionalnych.
- 12.06 → **PODPISANIE UMOWY INTENCYJNEJ POMIĘDZY GUM A POLITECHNIKĄ BIAŁOSTOCKĄ**
 Umowa dotyczy usług badawczych oraz wspólnych działań na rzecz podnoszenia poziomu wiedzy elektrycznej i elektronicznej, w szczególności dotyczących metrologii naukowej i przemysłowej. Umowę podpisali Prezes GUM dr inż. Włodzimierz Lewandowski i Prorektor ds. Rozwoju Politechniki Białostockiej dr hab. inż. Roman Kaczyński prof. nzw.
- 12–14.06 → **SPOTKANIE CZŁONKÓW GRUPY ROBOCZEJ WG10 WELMEC „INSTALACJE POMIAROWE DO CIECZY INNYCH NIŻ WODA”**
 W Głównym Urzędzie Miar odbyło się 29. spotkanie grupy roboczej WELMEC WG10, odpowiedzialnej w ramach organizacji WELMEC za sprawy związane z instalacjami pomiarowymi do cieczy innych niż woda (np. odmierzacze paliw, instalacje w rurociągach). W spotkaniu uczestniczyło 26 specjalistów reprezentujących instytucje będące organami nadzoru rynku i jednostkami notyfikowanymi z 18 krajów Unii Europejskiej i dwóch państw stowarzyszonych. Przedstawicielem GUM w grupie WG10 jest pracownik Wydziału Regulacji Biura Służby Miar, Aleksandra Lewicka. W spotkaniu wziął udział Wiceprezes

- GUM Maciej Dobieszewski, członek Komitetu WELMEC i członek CIML. Podczas posiedzenia grupy WG10 uzgadniano m.in. techniczne wdrożenie zasad podejścia modułowego w przypadku instalacji pomiarowych oraz kwestie odpowiedzialności za przyrząd w przypadku urządzeń samoobsługowych (SSD). Ponadto pojawiły się tematy ogólne mające zastosowanie także do innych przyrządów pomiarowych objętych dyrektywą 2014/32/UE – tj. kwestia nadzoru jednostki nad certyfikatami w kontekście zmian dokumentów normatywnych oraz problem analizy ryzyka podczas oceny zgodności przyrządu pomiarowego.
- 4-6.07 → **KONFERENCJA CNM2017 „5TH CONFERENCE ON NANO AND MICROMECHANICS”**
 Przedstawicielami GUM na konferencji, organizowanej przez prof. dr. hab. inż. Teodora Gotszalka z Politechniki Wrocławskiej, byli Zbigniew Ramotowski, Dariusz Czulek, Bartosz Misztal oraz Łukasz Ślusarski. Podczas konferencji wygłoszono kilkadziesiąt referatów dotyczących nanometrologii wykorzystywanej w wielu dziedzinach pomiarowych, np.: długości, elektryczności, sile, temperaturze. Przedstawiciele GUM wraz z pracownikami Politechniki Wrocławskiej oraz Instytutu Technologii Elektronowej zaprezentowali plakat „Electromagnetically actuated microbridges for nanometrology application”. Pokazane na konferencji wstępne wyniki badań dotyczą prac prowadzonych ściśle w ramach grupy roboczej WG4 „Nanotechnologie” Konsultacyjnego Zespołu Metrologicznego ds. infrastruktury i zastosowań specjalnych. Badania te wychodzą naprzeciw oczekiwaniom polskiego przemysłu w zakresie nanometrologii wymiarowej.
- 4-6.08 → **XLIX MIĘDZYUCZELNIANA KONFERENCJA METROLOGÓW**
 Metrologia rozumiana jako nauka i technika poznawania otaczającego nas świata materialnego za pośrednictwem metod i przyrządów pomiarowych była tematem wiodącym XLIX Międzyuczelnianej Konferencji Metrologów 2017, która odbyła się w Częstochowie i Koszęcinie. W cyklicznej konferencji, organizowanej przez Wydział Elektryczny Politechniki Częstochowskiej, uczestniczyli naukowcy reprezentujący różne dziedziny i dyscypliny nauki, a także przedstawiciele Głównego Urzędu Miar, z Dyrektorem Generalnym Urzędu, p. Andrzejem Hantzem.
- 11-13.09 → **XXIII SYMPOZJUM KLUBU POLSKICH LABORATORIÓW BADAWCZYCH POLLAB PT. „PODEJŚCIE PROCESOWE NOWYM WYZWANIEM DLA LABORATORIÓW POLLAB”**
 W symposium wzięli udział: Wiceprezes GUM Maciej Dobieszewski, Dyrektor Generalny Urzędu Andrzej Hantz oraz Kierownik Laboratorium Przepływów dr Adam Urbanowicz, który wygłosił referat pt.: „Spójność pomiarowa w podejściu procesowym”.
- 19-21.09 → **MIĘDZYNARODOWY KONGRES METROLOGII**
 Główne tematy 18. Międzynarodowego Kongresu Metrologii, który odbywał się w Paryżu, to: metrologia 4.0 i fabryka przyszłości, nowe ISO 17 025, metrologia dla biologii, zdrowie i farmaceutyki, nowy rozwój w energii, nanotechnologie i inne.
- 21.09 → **PODPISANIE UMÓW INTENCYJNYCH O WSPÓŁPRACY POMIĘDZY GUM A UCZELNIAMI ŚWIĘTOKRZYSKIMI**
 Prezes GUM, w obecności władz Politechniki Świętokrzyskiej, Uniwersytetu im. Jana Kochanowskiego oraz władz regionu świętokrzyskiego, podpisał dwie umowy intencyjne o współpracy. Współpraca obejmie zarówno wspólne badania, jak i pomoc w kształceniu kadry dla budowy przyszłego kampusu laboratoryjnego Głównego Urzędu Miar, którego lokalizacja planowana jest w Kielcach.
- 24-27.09 → **WIZYTA KIEROWNICTWA GUM W KRAJOWYM INSTYTUCIE METROLOGICZNYM TURCJI TÜBITAK UME**
 Celem spotkania było podpisanie porozumienia o współpracy, które znacznie ułatwi zacieśnienie kontaktów z nowoczesnym, prężnie działającym NMI, jakim jest TÜBITAK UME. Istotną częścią wizyty była możliwość zadania stronie tureckiej wielu pytań dotyczących kampusu tureckiego NMI, struktury organizacyjnej, ilości zatrudnionej kadry itp. Ponadto, delegacja Głównego Urzędu Miar zwiedziła laboratoria tureckiego odpowiednika GUM oraz zapoznała się z realizowanymi projektami.

- 28–29.09 → **XXIII FORUM TELEINFORMATYKI**
 Podczas Forum Teleinformatyki Prezes Głównego Urzędu Miar dr inż. Włodzimierz Lewandowski wystąpił z prezentacją opisującą wpływ współczesnej metrologii na codzienne życie obywateli. Zilustrowane zostały przykłady innowacyjnych projektów dotyczących badań i rozwoju oprogramowania metrologicznego oraz wdrażania nowoczesnych technologii w tradycyjnych pomiarach. Szczególnie istotne dla obywateli stają się tematy podejmujące aspekt bezpieczeństwa rozliczeń oraz usprawnianie procesów prawnych. Prezes GUM przedstawił także najważniejsze trendy strategiczne rozwoju nowoczesnej metrologii, w tym projekty prac w ramach konsultacyjnych zespołów metrologicznych, którego efektem są zaawansowane projekty nad bezpieczeństwem energetycznym, mającym na celu zminimalizowanie ryzyka wystąpienia awarii sieci energetycznej, tzw. blackout.
- 18–19.10 → **POSIEDZENIE DYREKTORÓW NMI ORAZ PRZEDSTAWICIELI PAŃSTW SYGNATARIUSZY KONWENCJI METRYCZNEJ**
 W Paryżu, z udziałem delegacji GUM, odbyło się kolejne posiedzenie dyrektorów NMI oraz przedstawicieli państw sygnatariuszy Konwencji Metrycznej. W tym roku uczestnicy zapoznali się z bardzo ciekawymi prezentacjami z dziedzin kluczowych nie tylko dla metrologii, ale również dla rozwoju nauki, np. takich jak metrologia kwantowa. Ponadto dyskutowano o oddziaływaniu metrologii na decydentów, w tym głównie na rządy państw oraz zaprezentowano bardzo ważny dla światowej metrologii dokument, czyli plan strategiczny Międzynarodowego Biura Miar.
- 23–24.10 → **POSIEDZENIE STAŁEGO KOMITETU KONWENCJI O KONTROLI I CECHOWANIU WYROBÓW Z METALI SZLACHTNYCH ORAZ POSIEDZENIE MIĘDZYNARODOWEGO STOWARZYSZENIA URZĘDÓW PROBIERCZYCH**
 Dyrektorzy OUP w Warszawie i OUP w Krakowie wzięli udział w 81. Posiedzeniu Stałego Komitetu Konwencji o kontroli i cechowaniu wyrobów z metali szlachetnych oraz w 19. Posiedzeniu Międzynarodowego Stowarzyszenia Urzędów Probiernych (IAAO), które odbyły się w Porto. W ramach Stałego Komitetu prowadzone były dalsze prace nad nową strategią Konwencji oraz nad opracowaniem kryteriów oceny laboratoriów badawczych. Na spotkaniu przedstawiciele IAAO omawiane były sprawy dotyczące rozwoju organizacji i nowych zasad jej funkcjonowania.
- 29.10 → **POWRÓT DO CZASU ŚRODKOWOEUROPEJSKIEGO (ZWANEGO TEŻ CZASEM ZIMOWYM, ZWYKŁYM LUB NATURALNYM, WŁAŚCIWYM DLA ŚRODKOWOEUROPEJSKIEJ STREFY CZASOWEJ)**
- 10.11 → **SEMINARIUM W GUM**
 Materiały odniesienia w pomiarach gęstości cieczy były tematem seminarium, które odbyło się w Głównym Urzędzie Miar. Referat przedstawiła p. Ewa Małejczyk z Pracowni Gęstości i Lepkości Samodzielnego Laboratorium Masy.
- 15.11 → **SPOTKANIE MIĘDZYLABORATORYJNEJ GRUPY DS. PORÓWNAŃ KRAJOWYCH ATOMOWYCH WZORCÓW CZASU I CZĘSTOTLIWOŚCI ZORGANIZOWANE WSPÓLNIE PRZEZ GŁÓWNY URZĄD MIAR I ORANGE POLSKA**
- 22–24.11 → **KONFERENCJA „JAKOŚĆ W CHEMII ANALITYCZNEJ”**
 Informacja na temat konferencji na stronie internetowej www.gum.gov.pl

Zmiana czasu – potrzebna operacja, czy zbędna uciążliwość?

We wrześniu br. klub PSL złożył poselski projekt ustawy o zmianie ustawy o czasie urzędowym na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej, który zakłada rezygnację ze zmian czasu w Polsce i przyjęcie czasu letniego środkowoeuropejskiego jako obowiązującego przez cały rok. Projekt ten przeszedł w pierwszym czytaniu przez komisję sejmową, przy poparciu posłów wszystkich partii. Nie podjęto jednak wówczas dyskusji merytorycznej.

W nocy z 28 na 29 października 2017 r. Polska wróciła do czasu środkowoeuropejskiego (zwanego też czasem zimowym, zwykłym lub naturalnym, właściwym dla polskiej, środkowoeuropejskiej strefy czasowej). Czy w przyszłym roku i w latach następnych w dalszym ciągu będziemy zmieniać czas na letni i na zimowy?

Kwestie związane z czasem urzędowym obowiązującym w Polsce reguluje Ustawa o czasie urzędowym na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej z 2003 roku. Zgodnie z jej zapisami organem uprawnionym do utrzymywania czasu urzędowego, czyli czasu środkowoeuropejskiego i letniego czasu środkowoeuropejskiego w okresie jego obowiązywania, uniwersalnego czasu koordynowanego UTC(PL) oraz rozpowszechniania sygnałów tych czasów jest Prezes Głównego Urzędu Miar. Zadanie to realizuje Laboratorium Czasu i Częstotliwości GUM, generując polską atomową skalę czasu UTC(PL) i wyznaczając czas urzędowy na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.

Ta sama ustawa upoważnia Prezesa Rady Ministrów do wprowadzania i odwoływania czasu letniego w Polsce, przez ustalanie dokładnych dat dokonywania zmian czasu. Aktualny harmonogram zmian czasu podany jest w rozporządzeniu Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 listopada 2016 r. w sprawie wprowadzenia i odwołania czasu letniego środkowoeuropejskiego w latach 2017–2021.

Terminy wprowadzania i odwoływania czasu letniego, jakkolwiek ustala Prezes Rady Ministrów w rozporządzeniu, o którym mowa wyżej, to wynikają one wprost z Dyrektywy 2000/84/WE w sprawie ustaleń dotyczących czasu letniego.

Od pewnego czasu coraz więcej mówi się o poselskim projekcie ustawy o zmianie ustawy o czasie urzędowym na obszarze RP, której przyjęcie oznaczałoby wprowadzenie przez Polskę czasu letniego na cały rok. O tym bardzo „gorącym” temacie rozmawiamy z **dr. Albinem Czublą** – kierownikiem Laboratorium Czasu i Częstotliwości GUM.



Adam Żeberkiewicz – Od 1977 r. regularnie zmieniamy czas. Jak to wyglądało wcześniej?

Albin Czubla – Nigdy w Polsce nie było na stałe czasu letniego. Na początku I wojny światowej, na terenie zaboru pruskiego był wprowadzony okresowo czas letni. Po odzyskaniu niepodległości w 1918 roku aż do przyjęcia ustawy o rachubie czasu w 1922 roku, porządkującej to zagadnienie, mógł funkcjonować na obszarze ówczesnej Polski lokalnie, regularnie wprowadzany i odwoływany czas letni, czy też nawet mogły być stosowane różne strefy czasowe (adekwatnie do zastanej rachuby czasu z okresu zaborów), ale wymaga to weryfikacji. Na przykład, kiedy przeanalizujemy moment czasowy wybuchu II wojny światowej, czyli 1 września 1939 r. ok. godz. 4:45 (na podstawie gazet z tamtego okresu), to jest to dokładnie godzina wschodu słońca w Polsce według czasu zimowego, czyli według południka 15 E. Zatem w chwili wybuchu wojny w 1939 r. w Polsce nie było czasu letniego. Później czas letni był stosowany podczas okupacji hitlerowskiej. A po wojnie, zmiany czasu odbywały się w latach 1946–1949, 1957–1964 i następnie dłuższa przerwa do roku 1977.

A. Ż. – Tempo procedowania projektu cofnięcia zmiany czasu wskazuje, że wprowadzenie jednego czasu przez cały rok mogłoby nastąpić już w 2018 r...

A. Cz. – Jesteśmy w sferze rozważań teoretycznych, ponieważ projekt, polegający de facto na przyjęciu czasu urzędowego według południka 30 E, na razie przeszedł przez komisję sejmową i trafi do parlamentu. Dyskusja na jego temat jeszcze się nie rozpoczęła, jednak jest już wstępna zgoda polityczna różnych opcji co do tego, że projekt warto rozważyć. Wszystkie argumenty trzeba wziąć pod uwagę. Jeżeli taka będzie decyzja rządzących, to taką zmianę wprowadzimy.

A. Ż. – Czy odejście od zmian czasu bez przeprowadzenia rzetelnych i wiarygodnych badań dotyczących skutków, korzyści i kosztów tej operacji jest właściwą drogą?

A. Cz. – To ryzykowne. Takich badań w Polsce nie przeprowadzano, ale są znane doświadczenia innych krajów, które stosowały czas letni przez cały rok. Były to m.in. Stany Zjednoczone, w czasie II wojny światowej, by zaoszczędzić na energii oraz Rosja, która zdecydowała się na ten krok w 2011 roku, ale wycofała się z niego 2014 r., przechodząc na stałe na czas zimowy. Po odwołaniu zmian czasu w Rosji i wprowadzeniu na stałe czasu letniego, powstał u ludzi duży dyskomfort związany z ciemnymi porankami.

Co wynika z obserwacji GUM? Bezdyskusyjnie, czas letni pozwala w okresie letnim mieć jedną godzinę światła dziennego więcej. Nie chodzi tutaj o oszczędności energii na oświetleniu, ale raczej o turystykę, wypoczynek, aktywność na świeżym powietrzu, czy bezpieczeństwo pieszych i rowerzystów. Zyskują również branże, w których pracuje się na powietrzu: budowlana, rolnictwo, leśnictwo. Drugą korzyścią jest brak okresów przejściowych: wiosną, kiedy śpimy godzinę krócej i zimą, kiedy śpimy godzinę dłużej, gdyż każda zmiana częściowo zaburza nasz rytm dobowy, powoduje dyskomfort psychiczny.

A. Ż. – Przesuwając jesienią czas o godzinę do tyłu, zrównujemy go z czasem geograficznym. Zwolennicy niezmienniania czasu argumentują, że jesienią i zimą zyskalibyśmy dodatkową godzinę czasu po południu, kiedy zdecydowana większość osób nie śpi. W zamian coś jednak tracimy...

A. Cz. – To, że czas letni jest korzystny w lecie – jest oczywiste. Czy jednak czas letni może być podobnie wykorzystywany w okresie zimowym? Tutaj doświadczenia innych krajów są raczej negatywne. Polska gospodarka i życie społeczne dostosowane są

aktualnie do określonych godzin wschodu i zachodu słońca, co ma szczególne znaczenie w okresach zimowych. Nieprzypadkowo większość urzędów, szkół czy przedsiębiorstw rozpoczyna pracę około godziny 8:00. Utrzymanie czasu letniego zimą oznaczałoby, że w niektóre dni o godzinie 8:30, a w pochmurne dni nawet o 9 rano, czyli o godzinie, przed którą większość ludzi rozpoczyna swoją aktywność, nadal byłoby jeszcze ciemno. Problem dotyczy również dzieci, które od połowy listopada do połowy lutego zaczynałyby naukę jeszcze w nocy. Taka zmiana wymagałaby poważnego przemodelowania podstaw życia społecznego, np. godzin rozpoczynania pracy, czy nauki. Pytanie, czy jesteśmy gotowi na ten kilkumiesięczny dyskomfort z powodu ciemniejszych poranków (od listopada do połowy lutego) zamiast maksymalnie dwutygodniowego dyskomfortu z powodu zmiany czasu dwa razy do roku.

A. Ż. – Czy w tej sytuacji dobrym rozwiązaniem nie byłaby zmiana godzin urzędowania instytucji, np. na 9:00–17:00? Wiele instytucji lokalnych, zwłaszcza urzędy gminne, powiatowe (także okręgowe urzędy miar i urzędy probiercze) rozpoczynają urzędowanie o godz. 7:00–7:30. Przy pozostawieniu czasu letniego, zimą może być jeszcze prawie do dwóch godzin porannej pracy ciemno.

A. Cz. – Rzeczywiście. Sytuacja dostosowywania godzin pracy do czasu naturalnego ma miejsce na świecie. We Francji większość firm i instytucji jest czynnych od godz. 9:00 do 17:00, a jest to ta sama strefa czasowa, co w Polsce.

Japonia rozważa wprowadzenie zmiennych w ciągu roku godzin pracy, co jest związane właśnie z brakiem zmian czasu w tym kraju. Tam zostały one wprowadzone po II wojnie światowej przez okupanta i dlatego później z nich zrezygnowano. A jednak pojawił się pomysł, by wprowadzać ruchome godziny pracy, w okresie letnim wcześniejsze, w okresie zimowym późniejsze. Czyli jest to pragnienie dostosowania naszej aktywności do światła naturalnego. Pytanie, jaki system jest korzystniejszy: dwie w ciągu roku „duże” zmiany, czy wiele zmian cząstkowych?

A. Ż. – Nie korzystając z żadnych badań, jesteśmy w stanie stwierdzić bez większego ryzyka, że więcej osób śpi o godzinie 8:00 rano, a nie o godzinie 16:00. Niektórzy uważają więc, że bardziej przyda nam się światło w zimie o godz. 16:00, niż o 8:00. Jeśli więc utrzymalibyśmy czas letni przez cały rok, więcej osób

powinna skorzystać na takiej zmianie. Z drugiej strony, po południu jesteśmy w pełni aktywni i wcześniejsze ściemnienie się nie oddziałuje na nas tak silnie, jak dłuższe ciemności rano, kiedy chcielibyśmy się szybko wybudzić, żeby być dyspozycyjnymi w pracy. A tymczasem jesteśmy zaspani i musimy się liczyć z kolejną godziną ciemności.

A. Cz. – Czas naturalny to czas, kiedy mamy południe w okolicach godziny 12:00. Wówczas w najkrótszym dniu w Polsce mamy „słońce” (jest jasno) mniej więcej od godz. 8:00 do 16:00. Problem jest taki, że nasza naturalna aktywność trwa od godz. 6:00 do godz. 22:00, czy 23:00. Środek tego cyklu wypada ok. 14:30. Rzeczywiście stajemy przed wyborem, czy wolelibyśmy mieć jaśniej rano, czy po południu. Tak więc nie jest to konflikt na linii – spać dłużej czy krócej, tylko jaka ma być relacja pomiędzy godzinami funkcjonowania różnych instytucji a czasem naturalnym, o czym już mówiliśmy.

A. Ż. – Czy w krajach, o których tu wspomnieliśmy, były przeprowadzane wiarygodne i wszechstronne badania na temat korzyści i skutków utrzymania jednego czasu przez cały rok?

A. Cz. – Według mojej wiedzy, ani w tych krajach, ani w innych nie było kompleksowych badań na ten temat. Takie badania były robione jedynie wrywkowo i dotyczą zwykle samego momentu zmiany czasu. Wyniki tych badań potwierdzają powiązanie pewnych zjawisk ze zmianą czasu, ale ich interpretacja jest niejednoznaczna. Przykładowo, sama zmiana czasu nie wywołuje problemów zdrowotnych, może jedynie wpłynąć na pogorszenie stanu zdrowia kogoś, kto nie jest do końca zdrowy. Po zmianie czasu, w ciągu kilku dni się do tego dostosowujemy.

A. Ż. – Powstał raport Fundacji Republikańskiej na ten temat. Czy może on być traktowany jako rzetelna analiza naukowa?

A. Cz. – Raport się nazywa „Zła zmiana – negatywne konsekwencje zmiany czasu”. Nie chciałbym polemizować z autorami tego raportu. Powiem tylko, że skoncentrowano się w nim na negatywnych skutkach – tych rzeczywistych i takich, które w istocie nie są skutkiem zmian czasu, a zawartych jest tam wiele nieścisłości, błędów, przemilczeń – świadomych, bądź nieświadomych. Np. mówi się, że Rosja wprowadziła w 2011 r. czas letni na stałe, ale nie mówi się, że po

trzech latach z niego zrezygnowała. Takich nieścisłości, dotyczących choćby funkcjonowania systemów bankowych, czy transportu lotniczego, jest więcej.

A. Ż. – Największym minusem pozostania przy jednym czasie przez cały rok jest prawdopodobnie rozregulowanie czasowe w stosunku do reszty Europy, a co za tym idzie powstanie pewnych niedogodności w kontaktach gospodarczych, turystyce, transporcie.

A. Cz. – Jest to element, który – jak się wydaje – może powodować sprzeczność z Dyrektywą dotyczącą czasu letniego. W tej chwili nie mamy jasnej interpretacji, czy pozwala ona na pozostawienie w Polsce jednego czasu przez cały rok. Dyrektywa harmonizuje moment wprowadzania i odwoływania czasu letniego w Unii Europejskiej, żeby nie tworzyć barier w kontaktach gospodarczych. Świadomość, że między nami a kooperantem zagranicznym jest stała różnica w czasie, pomaga. W sytuacji, kiedy w naszym kraju byłaby jedna strefa czasowa przez cały rok, powodowałoby to zmienność sytuacji. Tak jest zresztą, kiedy udajemy się do Rosji czy Białorusi, gdzie w stosunku do nas jest różnica dwóch lub jednej godziny.

A. Ż. – Czy to prawda, że prawdziwie rzetelne badania można by przeprowadzić w trakcie obowiązującego niezmienniania czasu w okresie kilkuletnim? Czy taki eksperyment jest w ogóle realny, również od strony kosztów i do czego można by takie badania porównać, skoro wcześniej nie robiono badań w okresie zmiany czasu?

A. Cz. – Problem polega na tym, że świat szybko się zmienia. Żeby przeprowadzić takie badania, które pozwolą ocenić, czy brak zmiany czasu jest lepszy w stosunku do okresu ze zmianami czasu, to trzeba by się bardzo dobrze do tego przygotować i wziąć pod uwagę różne czynniki. Chodzi np. o czynniki naturalne – pogodowe, a więc to, że jesienią dzień się skracca, jest ciemniej, mniej słońca i większy dyskomfort, a przez to również więcej wypadków drogowych. Druga rzecz, to analiza zużycia energii, wydatków ponoszonych na różne aspekty życia. Na to wszystko może mieć wpływ pogoda, okres świąteczny, a także uwarunkowania prawne i techniczne, które w dłuższej perspektywie się zmieniają (np. przepisy ruchu drogowego, jakość dróg). To wszystko sprawia, że trudno jest ocenić, co i w jakim procencie ma wpływ na statystyki np. drogowe. Tych czynników może być wiele. Nie wiemy, czy jest to efekt zmiany czasu, czy braku

zmiany czasu, czy może innego czynnika, np. poprawy stanowienia prawa, bezpieczeństwa, warunków życia. Tak samo można różnie oceniać aspekty zdrowotne, z roku na rok statystyczna długość życia zwiększa się, podobnie jak możliwości medycyny. Nie jest łatwo porównać okres sprzed 10 lat z obecnym okresem. A żeby takie badania statystyczne miały sens, to musi być odpowiednio długi okres i to z niewielką szansą na zdiagnozowanie, czy dana sytuacja jest związana ze zmianą czasu, czy nie. Być może okaże się, że będą niewielkie różnice rzędu błędu statystycznego. Zatem nie dość, że koszty tego rodzaju badań mogą okazać się duże, to jeszcze ich efekty będą satysfakcjonujące w znikomym stopniu. Natomiast ciekawa byłaby opinia społeczeństwa, gdyby na stałe wprowadzono czas letni. Niewykluczone, że wzorem społeczeństw Rosji czy Stanów Zjednoczonych chciano by powrotu do zmian czasu. Z kolei pozostawienie czasu zimowego przez cały rok skutkowałoby brakiem jakichkolwiek korzyści w okresie letnim.

A. Ż. – Wydaje się, że od strony technicznej niezmienianie czasu powinno być dużo prostsze niż dwukrotne przestawianie zegarów w ciągu roku. Czy tak jest rzeczywiście?

A. Cz. – Z praktycznego punktu widzenia do pozostania przy czasie letnim przez cały rok należy się porządnie przygotować. Wiele systemów sterujących ma wbudowany automatyczny system przełączania czasu: w telekomunikacji, transporcie, oświetleniu miejskim, sygnalizacji świetlnej, różnego rodzaju urządzeniach domowych i w pracy. Możemy spodziewać się, że zaistnieją pewne komplikacje. Zanim więc zostaną odwołane zmiany czasu, trzeba będzie przygotować wszystkie systemy, żeby sobie z tym poradziły.

A. Ż. – Ile czasu na to potrzeba?

A. Cz. – Trudno powiedzieć. Jeśli byśmy założyli, że każdy z tych systemów ma opcję wyboru: zmiany czasu lub niezmieniania czasu, to taka praca potrwa od kilku do kilkunastu minut, chociaż trzeba też wziąć pod uwagę lokalizację tych systemów w całej Polsce. Urządzenia nowego typu są w miarę łatwe do programowania, natomiast urządzenia starsze mogą mieć wbudowaną w kod źródłowy opcję zmiany. Trzeba się zastanowić wcześniej, czy wszystkie urządzenia, które będą musiały utrzymać stały czas przez cały rok, będą tę funkcję realizować.

A. Ż. – Zmiana czasu jest posunięciem czysto administracyjnym i nie ma wpływu na dokładność pomiaru czasu. Jednak Główny Urząd Miar dąży do wyznaczenia jak najprecyzyjniejszego pomiaru tej wielkości. Prowadzone są prace, mające przynieść jeszcze większą dokładność w tej dziedzinie.

A. Cz. – Rzeczywiście, dla pracy zegarów atomowych w naszym laboratorium zmiana czasu nie ma żadnego znaczenia. Staramy się odmierzać czas dużo dokładniej i aktualnie walczymy o pojedyncze nanosekundy, jeśli chodzi o zwykłe zegary cezowe. W przypadku fontann cezowych mówimy już o dokładności rzędu ułamków nanosekund, czyli miliardowych części sekundy (w odniesieniu do doby). W Polsce będą dwie fontanny cezowe, jedna z nich jest już w Obserwatorium Astrogeodynamicznym CBK PAN w Borowcu pod Poznaniem. Po co nam taka dokładność? Ma to ogromne znaczenie dla badań naukowych i precyzyjnego transferu czasu. Na bardzo dokładnym pomiarze i synchronizacji czasu opiera się cała nawigacja satelitarna, telekomunikacja, szybki transfer danych przez Internet, bezpieczeństwo systemów informatycznych, giełdowych, czy operacji bezgotówkowych.

Możemy już potwierdzić, że druga fontanna przyjeżdża w listopadzie br. do Polski, będzie testowana w Poznaniu i tam pozostanie w oczekiwaniu na odpowiednie warunki w GUM. Nasze ośrodki są połączone światłowodem, co umożliwi bardzo precyzyjne porównania na odległość i rozwój tych technik. Jest to wejście na nowy poziom dokładności i nowe możliwości zastosowań.

A. Ż. – Dziękuję za rozmowę.

Już po oddaniu do druku niniejszego wywiadu otrzymaliśmy informację, że Rada Ministrów RP uznała poselski projekt ustawy o zmianie ustawy o czasie urzędowym **za niezgodny z obowiązującym prawem Unii Europejskiej, opiniując go negatywnie**. Jednocześnie Rząd RP podkreślił, że propozycja zawarta w omawianym projekcie ustawy wymaga uprzedniej zmiany prawa Unii Europejskiej oraz pogłębionej analizy merytorycznej. W tym celu Ministerstwo Rozwoju niezwłocznie podejmie, w porozumieniu z Ministerstwem Spraw Zagranicznych, stosowne konsultacje z Komisją Europejską oraz państwami członkowskimi Unii Europejskiej.

Działalność Zespołów Konsultacyjnych

Powołane do życia w Głównym Urzędzie Miar Konsultacyjne Zespoły Metrologiczne (KZM) oraz ds. probiernictwa, tworząc nową platformę współpracy z przemysłem, wpisują się w dużym stopniu w proces przekształcenia Głównego Urzędu Miar w nowoczesną instytucję metrologiczną, aktywnie wspierającą konkurencyjną i innowacyjną gospodarkę. Działania podejmowane w ramach Zespołów mają na celu podwyższenie użyteczności GUM na rzecz polskich przedsiębiorców i obywateli, a tym samym zwiększenie jego roli w procesach gospodarczych opartych na wiedzy i zaawansowanych technologiach.

W rezultacie rocznej działalności Zespołów Konsultacyjnych, między innymi w takich obszarach, jak: technologie i procesy przemysłowe, energia, infrastruktura i zastosowania specjalne, zdrowie oraz probiernictwo, zidentyfikowano wiele potrzeb przedsiębiorców krajowych. Otrzymali oni wsparcie przy rozwiązywaniu problemów pomiarowych, a także zaproponowano szereg zmian w regulacjach i przepisach prawnych dotyczących kontroli przyrządów pomiarowych, czy cechowania wyrobów z metali szlachetnych.

Wiele z projektów badawczo-rozwojowych, wypracowanych w ramach Zespołów, pozwoliło również na określenie strategicznych priorytetów działania Głównego Urzędu Miar.

Zespoły Konsultacyjne zaproponowały szereg udoskonalień oraz kierunków rozwoju, które Główny Urząd Miar powinien wdrożyć w nadchodzących latach. Są to zmiany mające na celu pogłębienie współpracy z instytucjami zewnętrznymi, a przede wszystkim zwiększenie otwartości na problemy metrologiczne występujące w rodzimym przemyśle. W zgłoszonych postulatach w dużej mierze położono nacisk na zwiększenie oferty wykonywanych usług (w tym rozszerzenie jej na przeprowadzanie badań oraz prac badawczo-rozwojowych) oraz na ułatwienie dostępu do prac już teraz znajdujących się w ofercie GUM (wzorcowania, transfer wiedzy metrologicznej). Jako możliwości doskonalenia zaproponowane zostały następujące sugestie:

- zwiększenie nacisku na transfer wiedzy metrologicznej (zwiększenie dostępności i liczby szkoleń, poszerzenie oferty szkoleniowej, wprowadzenie

nowoczesnych form przekazywania wiedzy – e-learning);

- organizacja i koordynacja porównań międzylaboratoryjnych (dwustronnych i wielostronnych);
- poszerzanie możliwości związanych z zakresami pomiarowymi dziedzin prowadzonych przez laboratoria GUM (np. pomiar wysokich rezystancji przy napięciach do 10 kV, czy pomiar małych rezystancji poniżej 0,0001 Ω);
- rozwój nowoczesnych metod pomiarowych (np. pomiary impedancji, pomiary wielkości dynamicznych, metrologia z obszaru automotive, termometria radiacyjna);
- zwiększenie dokładności i zmniejszenie niepewności metod pomiarowych,
- przekazywanie do okręgowych urzędów miar zadań związanych z metrologią prawną, oceną zgodności, kontrolą rynku (zmiany powinny być poprzedzone pogłębioną analizą zapotrzebowania regionalnego na prace OUM, aby dostępność usług była proporcjonalna do lokalnego zapotrzebowania);
- działalność publikacyjna dotycząca ważnych zagadnień metrologicznych (np. przewodniki i rekomendacje w zakresach takich, jak: terminologia, szacowanie niepewności, weryfikacja, walidacja);
- utworzenie komórki zajmującej się matematyczno-informatycznymi zagadnieniami metod pomiarowych (procedury statystyczne i matematyczne, szacowanie niepewności, tworzenie oprogramowania i jego walidacja);
- intensyfikacja prac przedstawicieli Głównego Urzędu Miar w strukturach Polskiego Komitetu Normalizacji;
- rozpoczęcie starań o ustawowe utworzenie dyscypliny naukowej „metrologia i inżynieria jakości”;
- automatyzacja stanowisk pomiarowych w celu obniżenia cen usług wzorcowania;
- uproszczenie formalnej strony współpracy z podmiotami przemysłowymi i instytucjami zewnętrznymi – minimalizacja biurokracji, skrócenie obiegu dokumentów, odejście od archaicznych form zawierania umów (potwierdzenia

- zamówienia, wprowadzenie umów ramowych), debiurokratyzacja procedur wewnętrznych;
- umożliwienie zlecenia badań i oceny modeli, a także prototypów przyrządów pomiarowych, jako wsparcie dla małych firm;
- uregulowanie cen usług okręgowych urzędów miar w aspekcie konkurencyjności rynku wzorcowań (usankcjonowanie rozliczeń na linii GUM–OUM, w celu ujednoczenia zasad funkcjonowania akredytowanych laboratoriów wzorcujących).

Konsultacyjny Zespół ds. technologii i procesów przemysłowych

W ramach Zespołu ds. technologii i procesów przemysłowych zostały wyodrębnione niżej wymienione Grupy Robocze.

1. Grupa Robocza ds. wag elektronicznych;
2. Grupa Robocza ds. wzorców podstawowych;
3. Grupa Robocza ds. HS-WIM;
4. Grupa Robocza ds. automatyzacji pomiarów;
5. Grupa Robocza ds. opracowania przewodników;
6. Grupa Robocza ds. analizatorów wydechu;
7. Grupa Robocza ds. przepływów.

W efekcie działalności KZM ds. technologii i procesów przemysłowych prowadzone są dwa zaawansowane projekty, w których Grupa robocza ds. analizatorów wydechu i Grupa Robocza ds. HS-WIM pełnią rolę wiodącą.

W **Grupie roboczej ds. analizatorów wydechu** powstała inicjatywa budowy nowoczesnego analizatora wydechu o najmniejszej niepewności pomiaru przyrządowej z zainteresowanymi partnerami zewnętrznymi: firmą AWAT, Wojskową Akademią Techniczną z Warszawy i Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu. Aktualnie Grupa jest na etapie formowania konsorcjum badawczego, które zrealizuje projekt budowy przyrządu, stanowiącego w przyszłości odniesienie dla pomiarów realizowanych w porównaniach międzylaboratoryjnych oraz w badaniach analizatorów wydechu, stosowanego do weryfikacji stanowisk do badania i wzorcowania analizatorów wydechu, a także weryfikacji wytworzonych w GUM suchych wzorców gazowych (etanol w azocie), oceny jednorodności i stabilności ciekłych wzorców etanolu podczas wytwarzania certyfikowanych materiałów odniesienia (CRM).

Analizator wydechu zostanie zaprojektowany na zgodność z wymaganiami OIML R126:2012 i będzie mógł być wykorzystany także jako prototyp do produkcji nowoczesnych krajowych analizatorów wydechu. Budowa prototypu analizatora wydechu wpisuje się w program Krajowych Inteligentnych Specjalizacji – KIS 18 Fotonika rozdział III (Technologie i materiały do wytwarzania źródeł i detektorów promieniowania optycznego) i rozdział IV (Optoelektroniczne urządzenia i systemy) i mogłaby być realizowana w konkursie 1/4.1.4/2017/POIR Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020 organizowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Grupa Robocza ds. HS-WIM prowadzi prace dotyczące wypracowania odpowiednich metod pomiarowych, zgodnie z obowiązującymi od początku roku 2017 przepisami wynikającymi z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia dotyczącego wymiarów, mas i nacisków osi pojazdu. Poprzez realizowane badania charakterystyk systemów do pomiaru parametrów pojazdów, grupa wspiera działalność GDDKiA oraz Inspekcji Transportu Drogowego w zakresie opracowania skutecznego systemu kontroli pojazdów poruszających się po drogach krajowych. W ramach współpracy metrologów Samodzielnego Laboratorium Masy oraz Samodzielnego Laboratorium Długości GUM i Okręgowego Urzędu Miar w Gdańsku, prowadzono następujące pomiary parametrów pojazdów:

- od 10 do 14 lipca 2017 r. – badania 2 systemów w Strykowie w okolicy Poznania, systemy zbudowane były w oparciu o płyty tensometryczne,
- od 28 sierpnia do 1 września 2017 r. – badania 2 systemów w Siemiatyczach, zbudowanych w oparciu o przetworniki pomiarowe piezoelektryczne polimerowe;
- od 2 do 6 października 2017 r. – badania 2 systemów w Chojnie Nowym na drodze DK12 między Lublinem a Chełmem, zbudowanych w oparciu o przetworniki pomiarowe kwarcowe piezoelektryczne;
- od 16 do 20 października 2017 r. – badania 2 systemów w okolicach Strzelna, zbudowanych w oparciu o przetworniki tensometryczne ułożone liniowo (nie będące płytami).

Masę referencyjną pojazdów wyznaczano za pomocą zestawu nieautomatycznych wag kontrolnych

oraz dużych wzorców masy. Oceniono pozytywnie powtarzalność pomiarów. Nie zauważono znaczącego wpływu warunków atmosferycznych na wynik pomiaru (deszcz, podmuchy wiatru, odczuwalny wzrost temperatury nawierzchni). Nie zauważono wpływu różnych prędkości przejazdu, jak również hamowania i przyspieszania w sąsiedztwie czujników. Zauważono jednak przypadek hamowania na czujniku, co w efekcie dawało wzrost obciążenia przedniej osi pojazdu i malenia tylnej mimo, że masa całkowita pojazdu została zmierzona prawidłowo. W każdej lokalizacji zdarzały się pojedyncze wyniki przekraczające błędy graniczne dopuszczalne dla nacisku osi lub masy całkowitej pojazdu, przy czym liczba wyników błędnych rosła wraz z upływem czasu między kalibracjami. Należy w tej sytuacji wraz z producentami systemów rozważyć wprowadzenie zmian konstrukcyjnych lub programowych eliminujące te przypadki.

Konsultacyjny Zespół ds. infrastruktury i zastosowań specjalnych

Do zadań Konsultacyjnego Zespołu ds. infrastruktury i zastosowań specjalnych należy identyfikowanie potrzeb państwa między innymi w obszarach tematycznych: transport, łączność, sieci telekomunikacyjne, sieci światłowodowe, sieci energetyczne, gazociągi, geodezja, systemy wymagające precyzyjnego czasu, bezpieczeństwo, kosmos, nanometrologia, materiałoznawstwo, budownictwo oraz różnego rodzaju technologie pomiarowe szeroko wspierające procesy produkcyjne, czy o dużym znaczeniu dla funkcjonowania państwa. W ramach Zespołu wyłoniono osiem Grup Roboczych (GR), które wypracowały propozycje projektów krótko- i długoterminowych.

Grupa robocza GR1 (Mierniki prędkości pojazdów): Opracowanie założeń do budowy polskiego miernika prędkości pojazdów, spełniającego wymagania organów upoważnionych do kontroli i uczestników ruchu drogowego. W ramach prac grupy roboczej opracowano wstępne założenia dla budowy polskiego miernika prędkości pojazdów, uwzględniając wymagania prawne, oczekiwania użytkowników i rozwój techniki. W toku prac grupy przewidziano przedstawienie dotychczasowych doświadczeń użytkowników przyrządów do pomiaru prędkości oraz ich oczekiwań wobec nowego przyrządu, z uwzględnieniem możliwości technicznych polskiego

producenta. Ponadto prace grupy mają na celu wypracowanie systemu wspierania polskich producentów na etapie konstruowania przyrządu, a jeszcze przed rozpoczęciem badań dla potrzeb zatwierdzenia typu.

Grupa robocza GR2 (Technologie laserowe): Polski kompaktowy laserowy wzorzec długości/częstotliwości, oparty o technologię ciała stałego (532 nm – światło zielone), stabilizowany za pomocą par jodu – element składowy interferometru dla celów przemysłowych. Temat będzie realizowany z uwzględnieniem potrzeb oraz we współpracy z polską firmą Lasertex Sp. z o.o. oraz Wojskową Akademią Techniczną. Firma Lasertex zajmuje się projektowaniem i budową stabilizowanych laserów metrologicznych wykorzystywanych w przemyśle. Realizacja planowanego tematu ma na celu zapewnienie wsparcia polskim firmom zajmującym się wytwarzaniem produktów z kategorii high technology.

Grupa robocza GR3 (Wymiary geometryczne w gospodarce): Polski mikroprofilometr z wykorzystaniem interferometrii niskokoherencyjnej LCI do badań struktury warstw powierzchni w przemyśle. Realizowane zadanie ma na celu podniesienie potencjału badawczo-rozwojowego laboratoriów GUM w zakresie bezdotykowych pomiarów struktury warstw wierzchnich.

Grupa robocza GR4 (Nanotechnologie): Realizacja potrzeb polskich użytkowników mikroskopów bliskich oddziaływań i mikroskopów elektronowych w zakresie zapewnienia wzorców wymiarów, temperatury i siły. Realizacja tematu ma za zadanie wsparcie metrologiczne polskich podmiotów wykorzystujących mikroskopy sił atomowych. Temat będzie realizowany we współpracy z Politechniką Wrocławską oraz Instytutem Technologii Elektrowniej. Głównym celem projektu jest stworzenie mikroukładu elektronicznego MEMS, który może być m.in. wykorzystany przy wzorcowaniu ostrzy pomiarowych mikroskopów sił atomowych. Docelowo zaprojektowany oraz zbadany MEMS będzie mógł być wykorzystany jako wzorzec odniesienia w pomiarach długości w skali nano.

Grupa robocza GR5 (Czas i częstotliwość): Wspieranie przez GUM rozwoju metod i technologii w zakresie precyzyjnych pomiarów oraz transferu czasu i częstotliwości, zegarów optycznych i zegarów cezowych (w tym wzorców mobilnych, miniaturowych zegarów atomowych), precyzyjnych porównań

czasu i częstotliwości na odległość z użyciem światłowodów. Również określenie reguł dystrybucji czasu urzędowego i warunków synchronizacji z czasem urzędowym. W planach GUM uwzględniono rozwój wzorców w dziedzinie czasu i częstotliwości. Utrzymywane są dalekosiężne łącza światłowodowe do precyzyjnych porównań czasu i częstotliwości. Dokonano przeglądu istniejących rozwiązań i oceny możliwości ich zastosowania do synchronizacji z czasem urzędowym. Wskazano na potrzebę opracowania łatwo dostępnego w całej Polsce znacznika czasu (również i położenia).

Grupa robocza GR6 (Pomiary przestrzenne, geodezyjne, geofizyczne i zastosowania technik satelitarnych): Wspierające działania ze strony GUM w zakresie powstawania i rozwoju, docelowo akredytowanych, geodezyjnych laboratoriów wzorcujących dla potrzeb geodezji oraz systemu nadzoru nad wyposażeniem geodezyjnym. Podjęto roboczą współpracę z Ministerstwem Cyfryzacji, GUGiK, Instytutem Geodezji i Kartografii oraz naukowym i komercyjnym środowiskiem geodezyjnym. Wypracowano grupy zagadnień i wstępne listy geodezyjnych przyrządów i systemów pomiarowych do objęcia nadzorem metrologicznym oraz możliwych do zastosowania form nadzoru metrologicznego. Wskazano na istotną rolę znacznika czasu i położenia (potrzeba jego opracowania) przy gromadzeniu danych do systemów państwowych i przy ocenie ich wiarygodności.

Grupa robocza GR7 (Optyczne technologie pomiarowe): Rozpoznanie możliwości zastosowania najnowszych technologii optycznych do budowy wzorców i realizacji pomiarów. Podjęto ściślejszą współpracę ze środowiskiem naukowym ze wzajemnym transferem wiedzy. Rozważanym zagadnieniem jest przygotowanie GUM do pomiarów zawartości etanolu w wydychanym powietrzu w oparciu o pomiary spektrofotometryczne. Skonfrontowano możliwości najnowszych technik spektroskopii atomowej i molekularnej z wymogami spektrofotometrycznego wzorca odniesienia zawartości etanolu w wydychanym powietrzu i istniejącymi konstrukcjami analizatorów wydechu.

Grupa robocza GR8 (Znakowanie czasem): Wsparcie przez GUM synchronizacji dla potrzeb podmiotów świadczących usługi kwalifikowanego znacznika czasu (TSA – Time Stamping Authority) oraz synchronizacji w systemach finansowych.

Ponowiono kontakty z Ministerstwem Cyfryzacji w zakresie znakowania czasem i z podmiotami świadczącymi usługi znakowania czasem, wskazano na potrzebę rozwoju możliwości technicznych GUM w zakresie potwierdzania zgodności z czasem urzędowym. Przeprowadzono analizę zaangażowania europejskich NMI w znakowanie czasem. Podjęto roboczą współpracę z NBP w zakresie synchronizacji do czasu UTC(PL).

W wyniku dotychczasowych prac Zespołu przygotowano zostały założenia do projektów budowy nowych wzorców pomiarowych wykorzystywanych w wielu gałęziach przemysłu. Podczas prac Zespołu szczególną uwagę zwrócono także na konieczność objęcia prawną kontrolą metrologiczną przyrządów geodezyjnych. Prace w tym zakresie będą kontynuowane.

Konsultacyjny Zespół ds. energii

1. Grupa Robocza ds. jakości i ilości energii elektrycznej prądu przemiennego;
2. Grupa Robocza ds. energii prądu stałego;
3. Grupa Robocza ds. inteligentnych sieci energetycznych.

Grupa Robocza ds. jakości i ilości energii elektrycznej prądu przemiennego koncentruje się na zagadnieniach metrologicznych związanych z problemami dotyczącymi pomiarów ilościowych i jakościowych energii podczas jej przesyłania i dystrybucji. W ramach dotychczasowych prac tej Grupy wypracowane zostały następujące tematy:

- a) opracowanie metody wzorcowania przekładników napięciowych najwyższych rzędów napięć z uwzględnieniem impedancji przewodów w ich obwodach wtórnych;
- b) opracowanie i zbudowanie stanowiska pomiarowego do wzorcowania przekładników prądowych i napięciowych niekonwencjonalnych, głównie elektronicznych;
- c) opracowanie i zbudowanie stanowiska pomiarowego do wzorcowania przekładników prądowych i napięciowych wysokiego napięcia pod kątem transferu wyższych harmonicznych (do 50-tej włącznie);
- d) opracowanie i zbudowanie stanowiska pomiarowego do wzorcowania kalibratorów i analizatorów jakości sieci, zgodnie z wymaganiami odnoszącej normy.

Grupa Robocza ds. energii prądu stałego koncentruje swoje działania na problemach związanych z pomiarami energii prądu stałego, szczególnie na potrzeby taboru kolejowego.

Grupa Robocza ds. inteligentnych sieci energetycznych skupia się wokół zagadnień związanych z inteligentnymi przyrządami pomiarowymi, posiadającymi moduły do analizy danych pomiarowych i ich zdalnego przesyłania. Chodzi tu przede wszystkim o przyrządy typu Smart Meters, czyli np. inteligentne liczniki energii elektrycznej, wchodzące w skład inteligentnych sieci energetycznych.

Konsultacyjny Zespół ds. zdrowia

W ramach działalności Zespołu ds. zdrowia zostały powołane następujące grupy tematyczne:

1. Grupa tematyczna ds. przyrządów stosowanych w medycynie i farmacji;
2. Grupa tematyczna ds. wytycznych i promowania dobrych praktyk metrologicznych w ochronie zdrowia;
3. Grupa tematyczna ds. znaczenia promieniowania optycznego dla zdrowia;
4. Grupa tematyczna ds. akustyki i ultradźwięków;
5. Grupa tematyczna ds. promieniowania jonizującego.

W Grupie tematycznej ds. wytycznych i promowania dobrych praktyk metrologicznych w ochronie zdrowia (słuchu), wypracowano następujące propozycje działań:

- a) poprawienie w Polsce jakości kontroli metrologicznej przyrządów stosowanych w badaniach audiologicznych (np. audiometrów, tympanometrów), w tym nadzoru nad podmiotami wykonującymi wzorcowania/sprawdzenia przyrządów stosowanych do badań słuchu;
- b) rozważenie zmiany przepisów prawnych dotyczących kontroli okresowej audiometrów i innych przyrządów stosowanych do badań słuchu (w tym badań obiektywnych);
- c) organizowanie szkoleń w zakresie badań okresowych audiometrów i innych przyrządów stosowanych do badań słuchu;
- d) organizowanie seminariów, szkoleń dotyczących potrzeby i zakresu kontroli okresowej audiometrów i innych przyrządów stosowanych do badań słuchu.

W ramach Grupy tematycznej ds. znaczenia promieniowania optycznego zostały wypracowane nowe inicjatywy badawczo-rozwojowe, m.in. w współpracy z Wydziałem Elektrycznym i Katedrą Elektroenergetyki, Fotoniki i Techniki Świetlnej Politechniki Białostockiej, Instytutem Optyki Stosowanej im. prof. Maksymiliana Pluty oraz Politechniką Warszawską przy udziale przedstawiciela sektora przemysłowego – firmy Sonopan Sp. z o.o. Partnerem ze strony GUM jest Samodzielne Laboratorium Fotometrii i Radiometrii. W efekcie działań Grupy powstał projekt budowy miernika promieniowania czynnego cyrkadialnie. Celem projektu jest opracowanie i wdrożenie konstrukcji miernika promieniowania optycznego z zakresu światła niebieskiego (metrologia promieniowania czynnego cyrkadialnie). Rozwiązanie prototypowe przyrządu pomiarowego umożliwi ocenę metrologiczną bezpieczeństwa optycznego w zakresie widmowym promieniowania widzialnego (380–600) nm. Projekt będzie realizowany w perspektywie kilku lat. Zostaną podjęte również starania o pozyskanie grantu na konstrukcję prototypu miernika promieniowania czynnego cyrkadialnie.

W ramach działalności Grupy tematycznej ds. akustyki, ultradźwięków wypracowano m.in. projekty stworzenia w GUM warunków do zapewnienia spójności pomiarowej w warunkach akustycznego pola swobodnego. W tym celu zaproponowano następujące tematy badawczo-rozwojowe:

- a) budowa komory bezechowej i stanowiska pomiarowego do pomiarów w polu swobodnym;
- b) opracowanie metodyki wzorcowania mikrofonów pomiarowych i badania mierników poziomu dźwięku w warunkach pola swobodnego;
- c) opracowanie metodyki wyznaczania poprawek dla pola swobodnego we współpracy z firmą SVANTEK.

Zauważono również potrzebę zapewnienia spójności pomiarowej w kraju w dziedzinie ultradźwięków oraz stworzenia w GUM możliwości badań aparatury ultradźwiękowej w ramach oceny zgodności. Wypracowano następujące tematy badawczo-rozwojowe:

- a) nakreślenie strategii odnośnie zapewnienia spójności pomiarowej: budowa wzorca pierwotnego czy zapewnienie spójności poprzez inne NMI;

- b) budowa stanowisk pomiarowych (zgodnie ze strategią GUM), opracowanie i wdrożenie metod pomiarowych w dziedzinie ultradźwięków;
- c) planowane uczestnictwo metrologów GUM w projekcie EMPIR o tematyce *Development of expanded metrological capability for medical ultrasound*.

W obszarze pomiarów hałasu infradźwiękowego zaproponowano następujące projekty rozwojowe:

- a) modernizacja i rozbudowa stanowiska do wzorcowania akustycznej aparatury pomiarowej w zakresie częstotliwości infradźwiękowych, doskonalenie metodyki wzorcowania i szacowania niepewności;
- b) opracowanie metodyki pomiaru hałasu infradźwiękowego oraz szacowania niepewności pomiaru.

Zauważono również potrzebę zapewnienia spójności pomiarowej w kraju w dziedzinie udarów mechanicznych oraz stworzenia w GUM możliwości badań aparatury do pomiaru udarów. W tym celu zaproponowano:

- a) nakreślenie strategii odnośnie zapewnienia spójności pomiarowej: budowa wzorca pierwotnego czy zapewnienie spójności poprzez inne NMI;
- b) budowa stanowisk pomiarowych (zgodnie ze strategią GUM), opracowanie i wdrożenie metod pomiarowych;
- c) analiza niepewności pomiarów, w tym wykorzystanie metod symulacyjnych do szacowania wielkości wpływających.

W ramach prac **Grupy tematycznej ds. promieniowania jonizującego** opracowano, wspólnie z Instytutem Metrologii i Inżynierii Biomedycznej Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, następujące tematy:

1. Grafitowa komora jonizacyjna do pomiarów kermy w powietrzu w polach promieniowania gamma nuklidów Cs-137 i Co-60: Opracowano projekt oraz dokumentację techniczną dwóch grafitowych komór jonizacyjnych (komora płasko-równoległa oraz komora cylindryczna), dedykowanych do zastosowań w Laboratorium Promieniowania Jonizującego Głównego Urzędu Miar. Na tej podstawie wykonano egzemplarze prototypowe, wykazując poprawność ich działania. Komory jonizacyjne służą, jako prototyp

wzorca pierwotnego kermy w powietrzu w polach promieniowania gamma nuklidów Cs-137 i Co-60 i są stosowane przez Samodzielne Laboratorium Promieniowania Jonizującego GUM.

2. Kalorymetr grafitowy do pomiaru dawki pochłoniętej w wodzie: Opracowano projekt oraz dokumentację techniczną kalorymetru grafitowego do pomiaru dawki pochłoniętej w wodzie, dedykowany do zastosowań w Samodzielnym Laboratorium Promieniowania Jonizującego GUM. Na tej podstawie wykonano model prototypowy, wykazując poprawność działania (zakres energetyczny od 150 keV; zakres pomiarowy od 0,2 Gy). Produkt służy, jako prototyp wzorca pierwotnego, do budowy stanowiska wzorca pierwotnego dawki pochłoniętej w wodzie w Samodzielnym Laboratorium Promieniowania Jonizującego GUM.

Dalsze prace mają na celu powstanie wzorców pierwotnych GUM oraz wdrożenie powstałych czujników do produkcji przez jednego lub kilku krajowych producentów. Rozwój powyższych projektów uzależniony jest jednak od możliwości udziału GUM w projektach badawczych finansowanych m.in. przez NCBI R. Ponadto, w ramach działalności Grupy tematycznej ds. promieniowania jonizującego wypracowano propozycje następujących tematów badawczych, wynikających z potrzeb w obszarze ochrony zdrowia:

- budowa niskokosztowego tomografu przemysłowego (projekt realizowany na zasadach open source hardware);
- budowa komory jonizacyjnej dla mammografii i radiodiagnostyki medycznej;
- budowa wzorca pierwotnego dawki pochłoniętej w wodzie (kalorymetru wodnego);
- opracowanie kalorymetru optycznego jako nowej metody pomiaru dawek w radio- i brachyterapii.

Konsultacyjny Zespół ds. probiernictwa

Podstawowym celem Konsultacyjnego Zespołu ds. probiernictwa, wynikającym wprost ze Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju Ministerstwa Rozwoju, ma być wspieranie innowacyjności oraz konkurencyjności gospodarki, poprzez następujące działania:

- identyfikację potrzeb przedsiębiorców;

- przygotowanie rekomendacji zmian w regulacjach prawnych;
- transfer wiedzy pomiędzy zainteresowanymi stronami.

Do współpracy w ramach Zespołu zaproszono największych krajowych producentów wyrobów z metali szlachetnych, organizacje i stowarzyszenia złotnicze, a także przedstawicieli środowisk eksperckich, naukowych i akademickich. Po zidentyfikowaniu głównych obszarów tematycznych działalności Zespołu powołano grupy robocze, wymienione poniżej.

1. Grupa Robocza ds. biżuterii unikatowej i kamieni jubilerskich.

Przedmiotem działalności Grupy jest transfer wiedzy oraz poszerzenie współpracy pomiędzy administracją probierczą oraz środowiskami eksperckimi (przede wszystkim pozyskanie wsparcia merytorycznego w badaniu i opisie wyrobów dawnego pochodzenia) oraz rozważenie celowości i możliwości wprowadzenia przepisów regulujących obrót kamieniami jubilerskimi na terenie Polski.

2. Grupa Robocza ds. technologii i metod badania stopów metali szlachetnych.

Przedmiotem działalności Grupy jest pozyskanie wsparcia w badaniu wyrobów wykonanych przy zastosowaniu nietypowych technologii, udzielenie wsparcia merytorycznego w zakresie rozwoju laboratoriów urzędów probierczych i wydziałów

zamiejscowych po względem wyboru sprzętu badawczego, pozyskiwania certyfikowanych materiałów odniesienia, opracowania planów zadań inwestycyjnych.

3. Grupa Robocza ds. potrzeb producentów. Przedmiotem działalności Grupy jest identyfikowanie potrzeb polskich producentów wyrobów z metali szlachetnych, poprawa jakości oraz dostępności usług świadczonych przez urzędy probiercze na rzecz przedsiębiorców.

4. Grupa Robocza ds. regulacji prawnych.

Przedmiotem działalności Grupy jest opracowanie propozycji zmian aktualnego stanu prawnego, mających na celu poprawę warunków funkcjonowania i rozwoju polskiego przemysłu branży złotniczej i jubilerskiej, współpraca na rzecz skutecznego przeciwdziałania nieuczciwej konkurencji oraz nadzór nad obrotem w Internecie. Aktualnie rozważane jest również objęcie regulacjami rynku sztucznej biżuterii, kamieni jubilerskich oraz metali inwestycyjnych.

Posiedzenia grup roboczych/tematycznych w ramach Zespołów Konsultacyjnych mają charakter cykliczny. Cieszą się dużym zainteresowaniem uczestników: przedstawicieli przemysłu, środowisk eksperckich oraz naukowych. Ich członkowie podkreślają celowość i ogromne znaczenie tego typu forum wymiany doświadczeń i wiedzy.

Wodne roztwory wzorcowe etanolu do wzorcowania analizatorów wydechu sporządzane metodą wagową

Aqueous standard solutions of ethanol for calibration of breath simulators made by gravimetric preparation

Piotr Janko, Robert Kordulasiński, Jolanta Wasilewska, Elżbieta Lenard (Główny Urząd Miar)

Analizatory wydechu – przyrządy do pomiaru stężenia masowego alkoholu (etanolu) w powietrzu wydychanym, są wzorcowane w Polsce za pomocą wilgotnych wzorców gazowych wytwarzanych *in situ* w symulatorze wydechu z wodnych roztworów wzorcowych etanolu. W artykule przedstawiono opracowaną w GUM procedurę wagową sporządzania ciekłych wzorców etanolowych, wraz ze szczegółową analizą potencjalnych źródeł niepewności wyznaczonej zawartości etanolu.

Breath analyzers are instruments for determination of alcohol (ethanol) mass concentration in exhaled air. These instruments are calibrated in Poland by means of wet gas standards produced *in situ* from aqueous standard solutions in breath simulators. The paper presents a procedure developed at GUM for the gravimetric preparation of liquid ethanol standards along with a detailed analysis of the potential sources of uncertainty of assigned ethanol content.

Wprowadzenie

Analizatory wydechu, czyli przyrządy do pomiaru zawartości alkoholu (etanolu) w powietrzu wydychanym przez człowieka, muszą być poddawane okresowemu sprawdzeniu/wzorcowaniu, które jest wykonywane przy pomocy certyfikowanych materiałów odniesienia, w postaci sprężonego gazu (wzorców suchych), zawierających etanol i azot/powietrze lub wilgotnych wzorców gazowych generowanych *in situ* w symulatorach wydechu z wodnych roztworów wzorcowych etanolu. W niektórych krajach do sprawdzenia analizatorów wydechu stosowane są suche wzorce gazowe (np. w Portugalii [1], Holandii, Czechach), a w niektórych są dopuszczalne oba typy wzorców (np. w USA [2]). W innych krajach (np. w Polsce) stosuje się tylko wzorce wilgotne.

Generalnie procedura wzorcowania wzorcami suchymi jest prostsza, może być wykonywana w terenie z użyciem niewielkiej butli z gazem, jednak gaz taki nie zawiera dwutlenku węgla i pary wodnej, którą jest nasycone powietrze wydychane przez człowieka. Wilgotne wzorce gazowe generowane z wodnych roztworów wzorcowych w symulatorze wydechu zapewniają temperaturę i skład gazu (w szczególności jego

wilgotność) zbliżone do powietrza wydychanego przez człowieka.

W Polsce analizatory są wzorcowane okresowo przy użyciu wzorców wilgotnych przez laboratoria, których kompetencje techniczne w tym zakresie zostały potwierdzone przez Polskie Centrum Akredytacji. Wzorcowanie polega na wyznaczeniu błędów pomiaru analizatora w określonych punktach pomiarowych, a w świadectwie wzorcowania podana jest także niepewność wyznaczania tych błędów.

Procedura wzorcowania za pomocą wilgotnych wzorców gazowych

Procedurę wzorcowania można podzielić na trzy etapy:

1. sporządzenie wodnych roztworów wzorcowych etanolu i wyznaczenie zawartości etanolu wraz z niepewnością;
2. wytworzenie *in situ* w symulatorze wydechu wilgotnych wzorców gazowych, wyznaczenie stężenia masowego etanolu we wzorcu gazowym wraz z jego niepewnością;
3. wyznaczenie błędu pomiaru analizatora wraz z jego niepewnością.

Etapy 2 i 3 są realizowane jednocześnie.

Stanowisko do badania analizatorów wydechu stanowi układ połączonych szeregowo termostatowanych w 34 °C naczyń barbotażowych, przez który przepuszczany jest strumień powietrza, ulegający nasyceniu parą wodną i parami etanolu. Zgodnie z prawem Henry'ego stężenia etanolu: $c_{wz(c)}$ i $c_{wz(g)}$, w fazie wodnej i w fazie gazowej, pozostają w danych warunkach w stałym stosunku. Jako zależność wiążącą obie wielkości przyjmuje się równanie Dubowskiego [3], zgodnie z zaleceniem OIML R126:2012 [4]:

$$c_{wz(g)} = 0,04145 \cdot 10^{-3} \cdot c_{wz(c)} \cdot e^{0,06583t} \quad (1)$$

Stężenie masowe etanolu we wzorcu ciekłym w temperaturze pomiaru t wynosi:

$$c_{wz(c)} = w \cdot \rho_{wz(c)}, \text{ w g/l} \quad (2)$$

Po podstawieniu równania (2) do równania (1) otrzymuje się:

$$c_{wz(g)} = 0,04145 \cdot w \cdot \rho_{wz(c)} \cdot e^{0,06583t}, \text{ w mg/l} \quad (3)$$

gdzie:

w – ułamek masowy etanolu w roztworze wodnym,
 $\rho_{wz(c)}$ – gęstość roztworu wzorcowego etanolu w temperaturze t , obliczona ze wzoru podanego w Międzynarodowych Tablicach Alkoholometrycznych (zalecenie R22 OIML) i w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 25 maja 2006 roku:

$$\rho_{wz(c)} = A_1 + \sum_{k=2}^{12} A_k \cdot w^{(k-1)} + \sum_{k=1}^6 B_k \cdot (t-20)^k + \sum_{k=1}^5 \sum_{j=1}^{11} C_{j,k} \cdot w^k \cdot (t-20)^j, \text{ w g/l} \quad (4)$$

gdzie: A_k , B_k , $C_{j,k}$ to współczynniki przedstawione w [5].

Gęstość jest skorelowana z pozostałymi wielkościami wejściowymi w równaniu (3), ponieważ też jest funkcją w i t . Po podstawieniu równania (4) do równania (3) otrzymuje się równanie będące funkcją dwóch zmiennych niezależnych:

$$c_{wz(g)} = 0,04145 \cdot w \cdot \left[A_1 + \sum_{k=2}^{12} A_k \cdot w^{(k-1)} + \sum_{k=1}^6 B_k \cdot (t-20)^k + \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{11} C_{j,k} \cdot w^k \cdot (t-20)^j \right] \cdot e^{0,06583t}, \text{ w g/l} \quad (5)$$

Zasadnym jest więc wyrażenie zawartości etanolu w sporządzanych wodnych roztworach wzorcowych za pomocą ułamka masowego w , niezależnego od temperatury roztworu, a nie stężenia masowego $c_{wz(c)}$, które od tej temperatury zależy. Przedstawiona poniżej metoda grawimetryczna sporządzenia wodnych roztworów wzorcowych etanolu, jako metoda podstawowa, może zapewnić spójność pomiarową oraz wyznaczenie ułamka masowego z najmniejszą niepewnością. Warunkiem jest wiarygodna wartość wyznaczonej masy etanolu m_e (konieczne zminimalizowanie parowania) i wartość ułamka masowego etanolu w czystym etanolu użytym do sporządzenia wzorca w_e (wpływa na niego higroskopijność etanolu). W raporcie IUPAC [6] zwrócono także uwagę na ten problem, sugerując nawet, że ułamek masowy etanolu w sporządzonym wzorcu ciekłym powinien być zmierzony niezależną metodą.

Procedura sporządzania wodnych roztworów wzorcowych etanolu

Procedura sporządzania wodnych roztworów wzorcowych etanolu (dalej zwanych wzorcami ciekłymi) metodą grawimetryczną składa się z kolejnych kroków.

1. Wyznaczenie wartości ułamka masowego etanolu w_e wraz z jego niepewnością standardową $u(w_e)$ w czystym etanolu, który ma być użyty do sporządzenia wzorca ciekłego

W laboratorium Głównego Urzędu Miar wartość ułamka masowego etanolu w czystym etanolu wyznacza się, wykonując pomiar gęstości etanolu za pomocą gęstościomierza oscylacyjnego typu DMA 5000 i używając tablic alkoholometrycznych [5]. W innych krajowych instytutach metrologicznych (NMIs) i u producentów certyfikowanych materiałów odniesienia wartość ułamka masowego etanolu najczęściej określa się miareczkując wodę metodą kulometryczną Karla Fischera (CKF), a związki organiczne techniką chromatografii gazowej (GC) [6-13]. NIST do wyznaczenia czystości etanolu dodatkowo stosuje technikę różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) [11]. Do potwierdzenia czystości etanolu wykorzystuje się także pomiary gęstości [7-8].

W przypadku, gdy laboratorium nie dysponuje możliwościami wyznaczenia ułamka masowego w etanolu użytym do sporządzenia wzorców ciekłych,



Rys. 1. Naczynko do ważenia etanolu



Rys. 2. Stanowisko do sporządzania wzorca ciekłego

musi korzystać z danych ze świadectwa jakości użytego etanolu. Należy przy tym jednak uwzględnić także zmianę w_e na skutek higroskopijności etanolu, które następują po otwarciu oryginalnej butelki.

2. Odważenie etanolu z niepewnością względną nie większą niż 10^{-3}

Masę etanolu m_e niezbędną do sporządzenia wzorca ciekłego o masie $m_{wz(c)}$, z którego generowany będzie wzorzec gazowy o żądanym stężeniu masowym $c_{wz(g)}$, oblicza się ze wzoru:

$$m_e = \frac{m_{wz(c)} \cdot W}{w_e} \quad (6)$$

gdzie: $w = \sum_{i=0}^5 a_i \cdot c_{wz(g)}^i$ (7)

Współczynniki a_i zostały wyznaczone przez dopasowanie funkcji do danych z tablic alkoholometrycznych [5]:

$a_0 = -7,48099860042939 \cdot 10^{-13}$	$a_1 = 0,00258750469031064$
$a_2 = 1,31072106320164 \cdot 10^{-6}$	$a_3 = -4,64420363231626 \cdot 10^{-9}$
$a_4 = 5,87450885473706 \cdot 10^{-11}$	$a_5 = -6,04965079459661 \cdot 10^{-13}$

Wyznaczona w ten sposób masa odpowiada:

– objętości: $V_e = \frac{m_e}{\rho_e}$, w ml

gdzie: ρ_e – gęstość etanolu w temperaturze ważenia, w g/ml

– odważce: $m'_e = m_e \frac{\left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_e}\right)}{\left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_w}\right)}$

gdzie: ρ_p i ρ_w – gęstości powietrza i wody.

Zgodnie z procedurą GUM, porcja ok. 100 ml etanolu jest przenoszona z oryginalnej butelki do naczynka wagowego z pokrywką i z tego naczynka odmierzana jest objętość naczynka szklanego szczelnie zamykanego gumowym korkiem, uprzednio zważonego (m'_{0e}) na nieautomatycznej wadze elektronicznej o działce elementarnej $d = 0,0001$ g. Po zamknięciu korkiem naczynko z etanolem jest wazone ponownie (m'_{1e}). Do korka przymocowana jest cienka, nienasiąkająca cieczą żyłka, która umożliwia otwarcie naczynka wewnątrz zamkniętego pojemnika z wodą. Jeżeli wartość odważki na to pozwala, można użyć wagi o działce elementarnej $d = 0,001$ g.

3. Odważenie wody z niepewnością względną nie większą niż 10^{-4}

Do przygotowania wzorca ciekłego stosuje się wodę o stopniu czystości 3, zgodnie z PN-EN ISO 3696:1999 [14]. Wymaganą wartość odważki wody wyznacza się ze wzoru:

$$m'_w = \frac{m_{wz(c)} - m_e}{m_e} m'_e \frac{\left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_w}\right)}{\left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_e}\right)} \quad (8)$$

Zgodnie z procedurą GUM woda jest wazona na wadze nieautomatycznej elektronicznej o działce elementarnej $d = 0,01$ g w uprzednio zważonym pojemniku polietylenowym (PE) o pojemności 5 l. Odważka wody jest wyznaczana z różnicy wskazań wagi dla pojemnika z wodą i pojemnika pustego:

$$m'_w = m'_{1w} - m'_{0w} \quad (9)$$

Można również użyć wagi o działce elementarnej $d = 0,1$ g.

4. Umieszczenie zamkniętego naczynka z etanolem w pojemniku z wodą i połączenie składników w sposób eliminujący straty na skutek parowania etanolu

Zamknięte naczynko ze zważonym etanolem (pkt 2) umieszcza się wewnątrz pojemnika z wodą tak, aby żyłka korka została unieruchomiona zakrętką pojemnika, a naczynko z etanolem zawieszono. Wstrząsanie pojemnikiem powoduje otwarcie naczynka z etanolem. Po starannym wymieszaniu odstawia się pojemnik do następnego dnia, po czym rozlewa roztwór do butelek PE o pojemności 1 l i przechowuje się w zaciemnionym miejscu (np. w szafce lub osłonięte ciemną folią) w temperaturze pokojowej.

5. Wyznaczenie gęstości powietrza, wody i etanolu w warunkach ważenia

Warunki środowiskowe podczas ważenia są rejestrowane i na tej podstawie wyznaczana jest gęstość powietrza, zgodnie z [15], a także wody, zgodnie z [16] i etanolu, zgodnie z [5], przy założeniu, że temperatura wody i etanolu podczas ważenia nie odbiega więcej niż o 2 °C od temperatury otoczenia. Woda i etanol są pozostawiane do osiągnięcia temperatury pomieszczenia przez minimum 12 godzin przed rozpoczęciem ważenia.

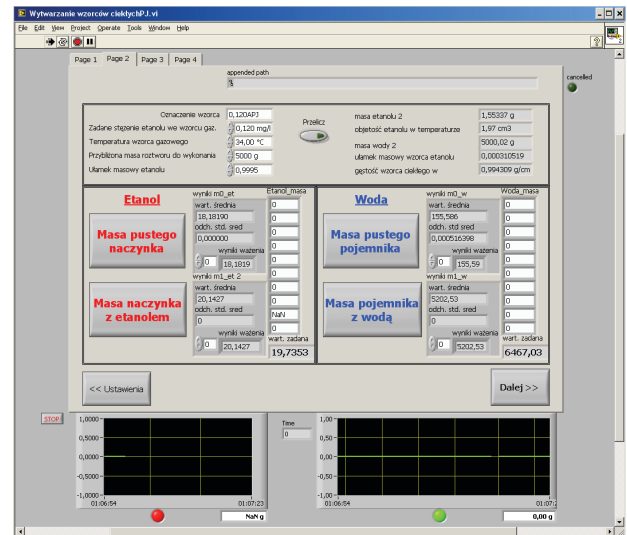
6. Obliczenie wartości ułamka masowego etanolu w sporządzonym wzorcu ciekłym

Ułamek masowy etanolu w sporządzonym roztworze wodnym wynosi:

$$w = \frac{m'_e \cdot w_e}{m'_e + m'_w} = w_e \left(1 + \frac{m'_w \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_e} \right)}{m'_e \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_w} \right)} \right)^{-1} \quad (10)$$

Po podstawieniu $m'_w = m'_{1w} - m'_{0w}$ oraz $m'_e = m'_{1e} - m'_{0e}$ i uzupełnieniu równania o współczynnik poprawkowy f_{st} , uwzględniający możliwą zmianę wartości w w czasie przechowywania roztworu, otrzymuje się wzór na ułamek masowy etanolu w sporządzonym roztworze wodnym:

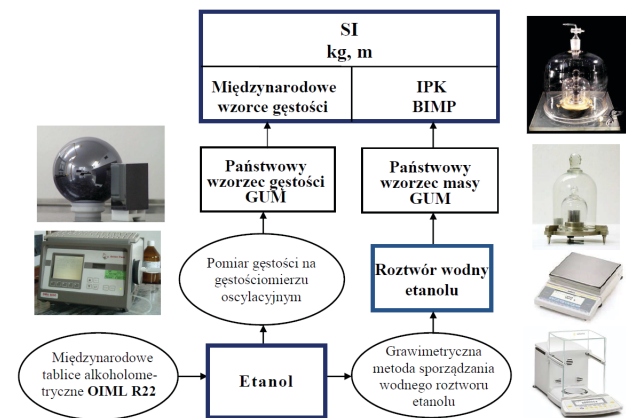
$$w = w_e \left(1 + \frac{(m'_{1w} - m'_{0w}) \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_e} \right)}{(m'_{1e} - m'_{0e}) \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_w} \right)} \right)^{-1} f_{st} \quad (11)$$



Rys. 3. Widok okna aplikacji LabView wspomagającej wytwarzanie wzorców ciekłych

Wytwarzanie wzorców ciekłych w GUM jest wspomagane aplikacją w środowisku LabView, która:

- prowadzi użytkownika przez kolejne kroki procedury,
- pobiera wyniki z urządzeń pomiarowych (wag, termohigrobarometru),
- kontroluje poprawność ważenia (powtarzalność i powrót wskazań wagi do wartości zerowych),
- wykonuje wszystkie niezbędne obliczenia (początkowe, w trakcie oraz obliczenia wyniku końcowego wraz z niepewnością),
- generuje raport z pomiaru.



Rys. 4. Schemat spójności pomiarowej ciekłego wzorca etanolu (IPK – Międzynarodowy prototyp kilograma przechowywany w Międzynarodowym Biurze Miar)

Budżet niepewności wyznaczonej wartości ułamka masowego etanolu we wzorcu ciekłym

Budżet niepewności przedstawiono na przykładzie wzorca ciekłego, z którego generuje się wzorzec gazowy o wartości stężenia masowego 0,4 mg/l.

Wielkości wejściowe i ich oznaczenia zestawiono poniżej.

Wielkość wejściowa	Symbol
Ułamek masowy etanolu w czystym etanolu użytym do sporządzenia wzorca	w_e
Gęstość powietrza podczas ważenia, w g/l, obliczona ze wzoru CIPM 2007	ρ_p
Gęstość ważonego wzorca etanolu w temperaturze t ważenia, w g/l	ρ_e
Gęstość wody w temperaturze ważenia, w g/l	ρ_w
Wskazania wagi dla pustego naczynka, w g	m'_{0e}
Wskazania wagi dla naczynka z etanolem, w g	m'_{1e}
Wskazania wagi dla pustego pojemnika, w g	m'_{0w}
Wskazania wagi dla pojemnika z wodą, w g	m'_{1w}
Współczynnik poprawkowy uwzględniający niepewność związaną ze stabilnością wzorca ciekłego w czasie przechowywania, w g	f_{st}

Niepewność standardowa złożona wynosi:

$$u_c(w) = \sqrt{\left(\frac{\partial w}{\partial w_e} \cdot u(w_e)\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial m'_{0e}} \cdot u(m'_{0e})\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial m'_{1e}} \cdot u(m'_{1e})\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial m'_{0w}} \cdot u(m'_{0w})\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial m'_{1w}} \cdot u(m'_{1w})\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial \rho_e} \cdot u(\rho_e)\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial \rho_w} \cdot u(\rho_w)\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial \rho_p} \cdot u(\rho_p)\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial f_{st}} \cdot u(f_{st})\right)^2} \quad (12)$$

Składowe niepewności

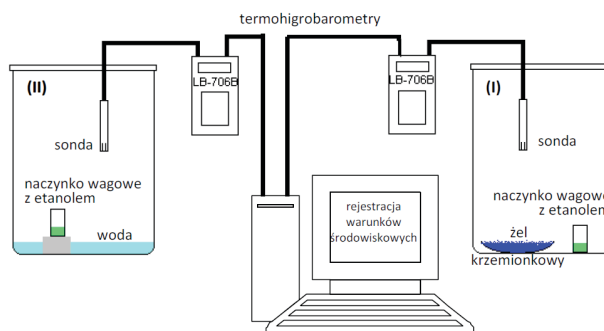
- Niepewność ułamka masowego etanolu w etanolu użytym do sporządzenia wzorców ciekłych

Równanie wielkości:

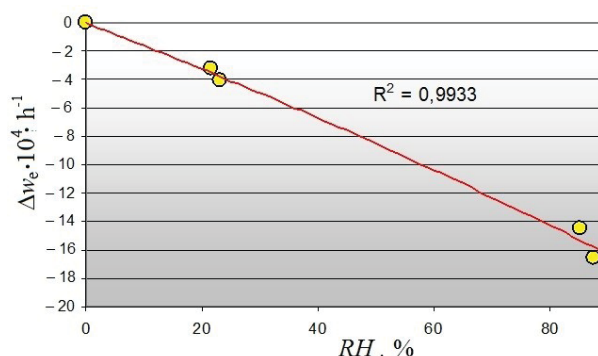
$$w_e = w_{eo} + \delta w_{he} + \delta w_{org} \quad (13)$$

Tabela 1. Wielkości składowe

Wielkość	Estymata wielkości	Niepewność standardowa
w_{eo} – ułamek masowy, na podstawie wyniku pomiaru gęstości na gęstościomierzu oscylacyjnym	0,9995	Niepewność wynikająca z niepewności pomiaru gęstości $u(\rho_{eo})$ i niepewność wynikająca z rozdzielczości danych w tablicach $u(\delta w_{rd})$ $u(w_{eo}) = \sqrt{\left(\frac{\partial w_{eo}}{\partial \rho_{eo}} \cdot u(\rho_{eo})\right)^2 + u(\delta w_{rd})^2} = 0,000163$
δw_{he} – poprawka związana z higroskopijnością etanolu	0	Wyznaczona eksperymentalnie zmiana zawartości wody w etanolu w czasie 20 minut $u(\delta w_{he}) = 0,00051$
δw_{org} – poprawka związana z obecnością zanieczyszczeń organicznych w etanolu	0	Zrandomizowana zawartość zanieczyszczeń organicznych (na podstawie świadectwa jakości) $u(\delta w_{org}) = 0,0002/3^{1/2}$



Rys. 5. Schemat układu do badania higroskopijności etanolu



Rys. 6. Prędkość zmiany ułamka masowego etanolu w zależności od wilgotności względnej (RH)

Jednym z dwóch podstawowych problemów przy sporządzaniu roztworów wzorcowych metodą wagową jest higroskopijność etanolu. Wpływ higroskopijności etanolu na wartość ułamka masowego w_e i składową niepewności $u(\delta w_{he})$, stąd wynikającą, oszacowano eksperymentalnie i uwzględniono w budżecie niepewności [17]. W tym celu dwa naczynka z 20 ml etanolu, z których pobierane są kolejne odważki do sporządzania wzorców ciekłych, zostały umieszczone w naczyniach (I) i (II) o pojemności ok. 10 l. W pierwszym z nich (I) w celu utrzymania niskiej wilgotności umieszczono żel krzemionkowy, a w drugim (II) w celu utrzymania wysokiej wilgotności umieszczono

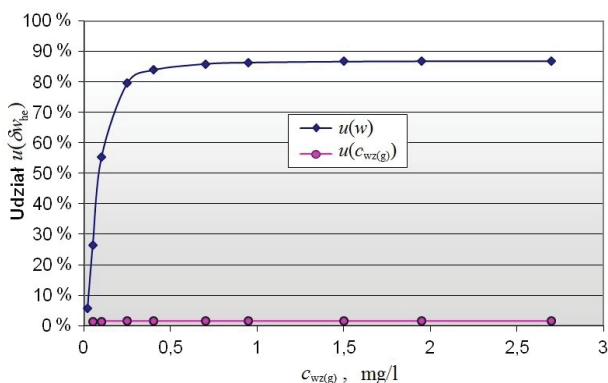
na dnie warstwę wody. W każdym z naczyń (I) i (II) rejestrowano warunki środowiskowe przez cały czas trwania eksperymentu. Schemat układu przedstawia rys. 5. Wyznaczono ułamek masowy etanolu w czystym etanolu użytym w eksperymencie, a po jego zakończeniu ułamek masowy w etanolu poddanym testowi. W tym celu wykonano pomiary gęstości etanolu, a następnie, na podstawie tablic alkoholometrycznych, wyznaczono odpowiadające zmierzonym gęstościom ułamki masowe. Badanie powtórzono dwukrotnie, poddając etanol ekspozycji przez 5,5 i 3 godziny (t_{exp}). Podsumowanie uzyskanych wyników przedstawiono na wykresie (rys. 6).

Na podstawie uzyskanych wartości zmiany ułamka masowego przy wilgotności względnej 85 % (Δ_{85}), oszacowano niepewność wynikającą z higroskopijności etanolu, przyjmując maksymalną możliwą wartość Δw_e :

$$u(\delta w_{he}) = |\Delta_{85}| \cdot \frac{t_w}{t_{exp}} \quad (14)$$

t_w – czas narażenia etanolu na kontakt z powietrzem atmosferycznym podczas jego odważania.

Przewidywany czas ekspozycji podczas pobrania etanolu z butelki do naczynka (z niego potem pobierane są kolejne odważki), wraz z wykonaniem pomiaru gęstości, wynosi 4 minuty. W ciągu dnia wykonuje się 8 roztworów. Przewidywany czas ekspozycji podczas wytwarzania pierwszego roztworu wynosi 2 minuty. Zatem zakładany czas ekspozycji wynosi maksymalnie 20 minut. Stąd otrzymano $u(\delta w_{he}) = 0,00051$. Udział składowej niepewności, wynikający z higroskopijności etanolu w niepewności standardowej złożonej dla różnych stężeń wzorca gazowego przedstawia rys. 7.



Rys. 7. Udział składowej niepewności wynikający z higroskopijności etanolu w niepewności standardowej złożonej

Równanie niepewności ułamka masowego etanolu:

$$u(w_e) = \sqrt{u(w_{eo})^2 + u(\delta w_{he})^2 + u(\delta w_{org})^2} \quad (15)$$

$$u(w_e) = 0,00055$$

Uproszczenia przy wyznaczaniu w_e i $u(w_e)$.

W przypadku, gdy laboratorium nie ma możliwości wyznaczenia wartości w_e ułamka masowego etanolu w etanolu użytym do sporządzenia wodnego roztworu wzorcowego, musi skorzystać z informacji zawartej w świadectwie jakości etanolu. Etanol bezwodny zawiera nie mniej niż 0,998 etanolu, czyli wartość w_e zawiera się w przedziale obustronnie domkniętym $\langle 0,998; 1,000 \rangle$. Zakładając, że wartości 1 i 0,998 są najmniej prawdopodobne (prawdopodobieństwo bliskie 0), ale wartości bliższe 0,998 są bardziej prawdopodobne niż te zbliżone do 1, można tak jak w [13] przyjąć asymetryczny rozkład trójkątny, dla którego funkcja gęstości prawdopodobieństwa ma kształt trójkąta prostokątnego [18]. Otrzymuje się wtedy $w_e = 0,9987$, a niepewność standardowa $u(w_e) = 0,0005$.

Oszacowana w ten sposób niepewność $u(w_e)$ dotyczy jednak tylko chwili otwarcia nowego opakowania. Nie uwzględnia faktu zmian w_e na skutek higroskopijności zachodzących zarówno w oryginalnej butelce, jak i w odważanej porcji w trakcie ważenia. Udział składowej z tym związanej w niepewności złożonej pozostaje kwestią do rozwiązania.

Przyjmując rozkład prostokątny i przypisując w_e wartość 0,998, a niepewności $u(w_e) = (1 - 0,998)/3^{1/2} = 0,0016$, uzyskuje się pewien margines na zmiany dla w_e na skutek higroskopijności, pod warunkiem zachowania środków ostrożności:

- ♦ ograniczenie do minimum kontaktu etanolu z wilgotnym powietrzem (np. przeprowadzanie manipulacji związanych z przenoszeniem etanolu w kontrolowanej atmosferze suchej komory),
- ♦ ograniczenia zużycia etanolu w oryginalnym opakowaniu do pozostałości nie mniejszej niż 1/3 objętości początkowej,
- ♦ dodania sit molekularnych 3A [19] do butelki z etanolem po jej otwarciu i pierwszym użyciu.

2. Niepewność związana z wyznaczeniem masy etanolu ($m'_{ie} - m'_{0e}$)

Równanie mas:

$$m'_{ie} = m'_{ixe} - m'_{0e} + \delta m_r + \delta m_s + \delta m_c \quad i = 0, 1 \quad (16)$$



Tabela 2. Wielkości wejściowe

Wielkość	Estymata wielkości (g)	Niepewność standardowa (g)
m'_{0xe} i m'_{1xe} – odczytane wartości wskazań wagi dla pustego naczynka i naczynka z etanolem	21,8119 26,9906	Odchylenie standardowe średniej ze wskazań wagi lub rozdzielczość 0,0001 (większa z wartości)
m'_0 – odczytana wartość wskazania wagi po adjustacji zera	0	Zrandomizowane dopuszczalne odchylenie od wartości 0 $u(m'_0) = 0,0001/3^{1/2}$ (rozkład prostokątny)
δm_r – poprawka związana z rozdzielczością wskazań wagi	0	Dwukrotny odczyt: po wyzerowaniu wagi i masy naczynka z etanolem $u(\delta m_r) = 0,0001/6^{1/2}$ (rozkład trójkątny)
δm_s – poprawka uwzględniająca błąd wskazań wagi, ze świadectwa wzorcowania	0	Zrandomizowana maksymalna wartość błędu wskazań wagi Δm w zakresie do 100 g oraz niepewność wyznaczenia błędu wskazań (ze świadectwa wzorcowania wagi) określona zależnością (17)
δm_c – poprawka na niecentryczne ustawienie obciążenia wagi, ze świadectwa wzorcowania wagi*	0	Niepewność wyznaczenia błędu wskazań wagi przy niecentrycznym obciążeniu (ze świadectwa wzorcowania wagi)* $u(\delta m_c) = U/2$

* Jako kryterium akceptacji wagi po wzorcowaniu przyjmuje się, że błąd wskazań wagi przy niecentrycznym obciążeniu nie może przekraczać niepewności wzorcowania w punkcie sprawdzenia

$$u(\delta m_r) = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U}{2}\right)^2} \quad (17)$$

Równanie niepewności:

$$u(m'_{ic}) = \sqrt{u(m'_{ixe})^2 + u(m'_0)^2 + u(\delta m_r)^2 + u(\delta m_s)^2 + u(\delta m_c)^2} \quad i = 0, 1 \quad (18)$$

$$u(m'_{ic}) = 3,77 \cdot 10^{-4} \text{ g.}$$

W równaniu mas pominięto poprawkę uwzględniającą wpływ parowania etanolu. W procedurze stosowanej w GUM wpływ lotności etanolu został wyeliminowany, więc nie jest uwzględniany jako składowa niepewności.

3. Niepewność związana z wyznaczeniem masy wody ($m'_{1w} - m'_{0w}$)

Równanie mas:

$$m'_{iw} = m'_{ixw} - m'_0 + \delta m_r + \delta m_s + \delta m_c \quad i = 0, 1 \quad (19)$$

Tabela 3. Wielkości wejściowe

Wielkość	Estymata wielkości (g)	Niepewność standardowa (g)
m'_{0xw} i m'_{1xw} – odczytane wartości wskazań wagi dla pustego pojemnika i pojemnika z wodą	153,38 5149,83	Odchylenie standardowe średniej ze wskazań wagi lub rozdzielczość 0,01 g (większa z wartości)
m'_0 – odczytana wartość wskazania wagi po adjustacji zera	0	Zrandomizowane dopuszczalne odchylenie od wartości 0 $u(m'_0) = 0,01/3^{1/2}$ (rozkład prostokątny)
δm_r – poprawka związana z rozdzielczością wskazań wagi	0	Dwukrotny odczyt: po wyzerowaniu wagi i masy pojemnika z wodą $u(\delta m_r) = 0,01/6^{1/2}$ (rozkład trójkątny)
δm_s – poprawka uwzględniająca błąd wskazań wagi, na podstawie sprawdzenia wagi wzorcami masy	0	Dopuszczalne odchylenie przy sprawdzaniu wagi wzorcami masy Δs i niepewność wzorców masy u_{wz_m} ze świadectwa wzorcowania (jako suma odchyleń $\Delta m_{(i)}$ mas wzorców od wartości nominalnej oraz sumaryczna niepewność wzorcowania wszystkich wzorców), określona zależnością (20). Obliczona $u_{wz_m} = 0,0065$, przyjęto $u_{wz_m} = 0,01$ g, $u(\delta m_s) = 0,032$ g
δm_c – poprawka na niecentryczne ustawienie obciążenia wagi (ze świadectwa wzorcowania wagi*)	0	Niepewność wyznaczenia błędu wskazań wagi przy niecentrycznym obciążeniu (ze świadectwa wzorcowania wagi*) $u(\delta m_c) = U/2 = 0,01$ g (rozkład normalny)

* Jako kryterium akceptacji wagi po wzorcowaniu przyjmuje się, że błąd wskazań wagi przy niecentrycznym obciążeniu nie może przekraczać niepewności wzorcowania w punkcie sprawdzenia.

Tabela 4. Wielkości wejściowe

Wielkość	Estymata wielkości	Niepewność standardowa
t – temperatura otoczenia	22 °C	Niejednorodność rozkładu temperatury w pomieszczeniu, różnica między temperaturą otoczenia a temperaturą w komorze wagi $u(t) = 2/3^{1/2}$ °C (rozkład prostokątny)
RH – wilgotność względna powietrza	5 %	Niejednorodność rozkładu wilgotności w pomieszczeniu $u(RH) = 5/3^{1/2}$ % (rozkład prostokątny)
p – ciśnienie atmosferyczne	1013,25 hPa	Pięciokrotność niepewności ze świadectwa wzorcowania przyrządu, $u(p) = 5 \cdot U/2$

$$u(\delta m_s) = \sqrt{(\Delta s)^2 + \left(\sum_i \Delta m_{(i)}\right)^2 + \sum_i \left(\frac{U_{wz.m(i)}}{2}\right)^2} = \sqrt{(\Delta s)^2 + (u_{wz.m})^2} \quad (20)$$

Równanie niepewności:

$$u(m'_{iw}) = \sqrt{u(m'_{ixw})^2 + u(m'_0)^2 + u(\delta m_t)^2 + u(\delta m_s)^2 + u(\delta m_c)^2} \quad i = 0, 1 \quad (21)$$

$$u(m'_{iw}) = 3,54 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

4. Niepewność związana z wyznaczeniem gęstości powietrza ρ_p podczas ważenia

Równanie pomiaru – zgodnie z [15].

Równanie niepewności wartości gęstości powietrza podczas ważenia:

$$u(\rho_p) = \sqrt{\left(\frac{\partial u(\rho_p)}{\partial t} \cdot u(t)\right)^2 + \left(\frac{\partial u(\rho_p)}{\partial RH} \cdot u(RH)\right)^2 + \left(\frac{\partial u(\rho_p)}{\partial p} \cdot u(p)\right)^2 + u(\delta \rho_{peq})^2} \quad (22)$$

gdzie:

$u(\delta \rho_{peq})$ – niepewność równania CIPM-2007 wg [15],
 $u(\delta \rho_{peq}) = 0,000\,022 \cdot \rho_p = 2,62 \cdot 10^{-5} \text{ g/l}$, $u(\rho_p) = 0,0053 \text{ g/l}$.

Udział niepewności, wynikającej z różnic w gęstości powietrza podczas ważenia w niepewności całkowitej wyznaczonej wartości ułamka masowego we wzorcu ciekłym, jest zaniedbywalny. Upraszczając, można zatem przyjąć: $\rho_p = 1,2 \text{ g/l}$ i $u(\rho_p) = 0,1 \text{ g/l}$.

5. Niepewność związana z wyznaczeniem gęstości wody ρ_w w temperaturze ważenia

Równanie pomiaru (zgodnie z [16]):

$$\rho_w = a_5 \cdot \left[1 - \frac{(t + a_1)^2 \cdot (t + a_2)}{a_3 \cdot (t + a_4)}\right] \cdot \left[1 + (c_1 + c_2 \cdot t + c_3 \cdot t^2) \cdot (p - 101,325) \cdot 100\right] \quad (23)$$

gdzie: a_i i c_i to współczynniki z [16].

Równanie niepewności gęstości wody:

$$u(\rho_w) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho_w}{\partial t} \cdot u(t)\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_w}{\partial p} \cdot u(p)\right)^2 + u(\delta \rho_{weq})^2} \quad (24)$$

gdzie:

$u(\delta \rho_{weq})$ – niepewność równania CIPM-2001 wg [16],

$$u(\delta \rho_{weq}) = \sum_{i=1}^5 c_i \cdot t^{i-1} / 2 = 4,37 \cdot 10^{-7} \text{ g/l}$$

c_i – współczynniki, zgodnie z [16],

$$u(\rho_w) = 0,26 \text{ g/l}$$
, dalej przyjęto: $u(\rho_w) = 0,3 \text{ g/l}$.

6. Niepewność związana z wyznaczeniem gęstości etanolu bezwodnego ρ_e w temperaturze ważenia

Równanie pomiaru (4), wynikające z rozporządzenia w sprawie liczbowych danych odniesienia dla mieszanin alkoholu etylowego i wody [5].

Równanie niepewności wartości gęstości etanolu:

$$u(\rho_e) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho_e}{\partial t} \cdot u(t)\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_e}{\partial w_e} \cdot u(w_e)\right)^2 + (u(\delta \rho_{eTab}))^2} \quad (25)$$

$$u(\rho_e) = 1,0 \text{ g/l}$$

Tabela 5. Wielkości wejściowe

Wielkość	Estymata wielkości	Niepewność standardowa
t – temperatura otoczenia (założono, że ważona woda znajduje się w temperaturze otoczenia)	22 °C	Zrandomizowana różnica temperatury wody i temperatury otoczenia $u(t) = 2/3^{1/2}$ °C (rozkład prostokątny)
p – ciśnienie atmosferyczne	1013,25 hPa	Pięciokrotność niepewności ze świadectwa wzorcowania przyrządu, $u(p) = 5 \cdot U/2$

Tabela 6. Wielkości wejściowe

Wielkość	Estymata wielkości	Niepewność standardowa
t – temperatura otoczenia (założono, że ważony etanol znajduje się w temperaturze otoczenia)	22 °C	Zrandomizowana różnica temperatury etanolu i temperatury otoczenia $u(t) = 2/3^{1/2}$ °C (rozkład prostokątny)
w_e – ułamek masowy etanolu w czystym etanolu użytym do sporządzenia wzorca	0,9995	Niepewność wyznaczona wg p. 1. $u(w_e) = 0,00055$
$\delta\rho_{eTab}$ – poprawka uwzględniająca niepewność tablic alkoholometrycznych	0	Niepewność wynikająca z rozdzielczości tablic $u(\delta\rho_{eTab}) = 0,01/(2 \cdot 3^{1/2})$

7. Niepewność związana ze stabilnością ciekłych wzorców w czasie przechowywania $u(f_{st})$

Niepewność ta związana jest ze stabilnością sporządzonych wzorców ciekłych, które są użyte w ciągu 60 dni po sporządzeniu, wynika jedynie ze strat etanolu na skutek parowania do fazy nadpowierzchniowej, które można obliczyć korzystając z równania (1). Przyjmując, że:

- stosunek objętości fazy nadpowierzchniowej w pojemniku z roztworem do objętości roztworu wynosi 0,05,
- temperatura roztworu wynosi 25 °C,
- stężenie masowe nasyconej pary wodnej w powietrzu w 25 °C wynosi 0,024 g/l,

maksymalnie może nastąpić dwukrotne ustalenie równowagi pomiędzy fazą wodną i gazową, związane z tym straty etanolu do fazy nadpowierzchniowej (po napełnieniu pojemnika 5 l i po rozlaniu roztworu do butelek 1 l).

Niepewność standardowa wyniesie:

$$u(f_{st}) = 2 \frac{0,00004145 \cdot 0,05 \cdot e^{0,0658325}}{\sqrt{3}} = 0,0000124 \quad (26)$$

Wykorzystując stanowisko do generowania wilgotnych wzorców gazowych oraz analizatory Intox II EC/IR i Alkometr A2.0/4L, potwierdzono w GUM, że przechowywane w ciemnym miejscu w temperaturze pokojowej do 120 dni wzorce nie ulegają zauważalnym zmianom. Zmiany te mieszczą się w granicach niepewności pomiaru. W przypadku dłuższego czasu przechowywania należy oszacować tę składową niepewności na podstawie danych eksperymentalnych. Wpływ czasu przechowywania był przedmiotem szeregu badań (w nawiasach podano zastosowane techniki pomiaru): [20] (Intoxilizer 5000 + symulator Guth 34C), [21] (HS-GC), [22], [23], [13] (GC-FID), [24] (Intoxilizer 8000 + symulator Guth 590). Na ich podstawie stwierdzono dobrą stabilność

Tabela 7. Udział niepewności cząstkowych w niepewności standardowej złożonej wyznaczenia ułamka masowego etanolu w sporządzonym wzorcu ciekłym

Symbol wielkości	Estymata wielkości	Niepewność standardowa	Rozkład prawdopodobieństwa	Współczynnik wrażliwości	Udział niepewności	Udział procentowy w niepewności całkowitej
w_e	0,9995	0,000547	normalny	0,00103573	$5,665 \cdot 10^{-7}$	96,5 %
m'_{lw}	5149,75	0,0354 g	normalny	$2,070 \cdot 10^{-4} \text{ g}^{-1}$	$7,318 \cdot 10^{-9}$	0,016 %
m'_{ow}	153,38	0,0354 g	normalny	$-2,070 \cdot 10^{-4} \text{ g}^{-1}$	$-7,318 \cdot 10^{-9}$	0,016 %
m'_{le}	26,9905	0,000377 g	normalny	$-0,19969 \text{ g}^{-1}$	$-7,537 \cdot 10^{-8}$	1,71 %
m'_{oe}	21,8119	0,000377 g	normalny	$0,19969 \text{ g}^{-1}$	$7,537 \cdot 10^{-8}$	1,71 %
ρ_p	1,19	0,0053 g/l	normalny	$2,772 \cdot 10^{-7} \text{ l/g}$	$1,456 \cdot 10^{-9}$	0,0006 %
ρ_e	787,684	1,005 g/l	normalny	$-1,97 \cdot 10^{-9} \text{ l/g}$	$-1,995 \cdot 10^{-9}$	0,0012 %
ρ_w	997,77	0,3 g/l	normalny	$1,24 \cdot 10^{-9} \text{ l/g}$	$3,714 \cdot 10^{-10}$	0,00004 %
f_{st}	1	$1,24 \cdot 10^{-5}$	prostokątny	0,00103573	$1,284 \cdot 10^{-8}$	0,040 %
w	0,0010352		Niepewność standardowa złożona		$5,8 \cdot 10^{-7}$	100 %

przygotowanych roztworów w okresie odpowiednio (w miesiącach): 12, 312, 5, 12, 12, 71. Choć nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności stężenia od czasu, w publikacji [20] podano, że w temperaturze pokojowej zmiana wyniosła $3,8 \cdot 10^{-5}$ na miesiąc, co daje 0,045 % na rok. Z kolei na podstawie 26-letnich obserwacji [21], dla stężeń do 3,025 g/l stwierdzono średnią zmianę od -0,6 % do +0,3 % w przeliczeniu na 1 rok. Z kolei w pracy [24] sformułowano wniosek, że roztwory wzorcowe w butelkach HDPE mogą być przechowywane w temperaturze pokojowej ponad 5 lat. Roztwory wzorcowe są przygotowywane bezpośrednio przed użyciem (z zachowaniem wymaganego czasu przechowywania 1 dzień po sporządzeniu przed użyciem) i zużywane na bieżąco.

Obliczenia związane z wyznaczeniem niepewności standardowej złożonej wykonane zostały zgodnie z wytycznymi dokumentu [25], na podstawie równania (12), przy użyciu programu Mathcad 2000.

Niepewność rozszerzona

Niepewność rozszerzoną oblicza się ze wzoru:

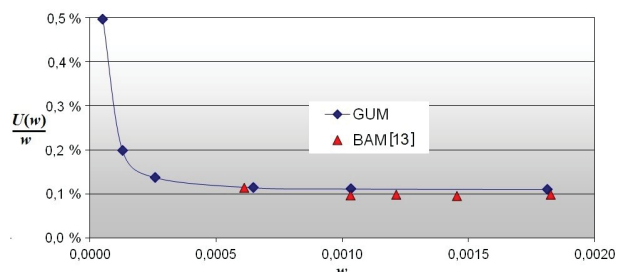
$$U = k \cdot u_c(w) \quad (27)$$

przy prawdopodobieństwie rozszerzania ok. 95 %, można przyjąć współczynnik rozszerzenia $k = 2$:

$$U = 0,0000012$$

Porównanie wyznaczonej w opisany sposób niepewności względnej z wartościami wyznaczonymi przez Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) (dane z Tabeli 1. w [13]) przedstawia rys. 8.

Porównanie wyznaczonych niepewności GUM i BAM [13]



Rys. 8. Względna niepewność rozszerzona wyznaczonej wartości ułamka masowego etanolu

Wynik wyznaczenia ułamka masowego etanolu i jego weryfikacja

W GUM przyjmowana jest zawartość etanolu, wynikająca z przygotowania roztworu metodą wagową. Ułamek masowy etanolu we wzorcu ciekłym z przykładu powyżej wynosi:

$$w = (0,0010352 \pm 0,0000012)$$

W celu weryfikacji poprawności sporządzenia roztworów wzorcowych, GUM wykorzystuje dwie możliwości:

- pomiary różnicy gęstości wzorca ciekłego i wody, użytej do jego sporządzenia (gęstościomierz oscylacyjny DMA 5000) – jako kryterium oceny poprawności przyjmuje się niepewność pomiaru różnicy gęstości ($\pm 0,004$ mg/l) w przeliczeniu na stężenie masowe we wzorcu gazowym w 34 °C,
- pomiary na stanowisku do generowania wilgotnych wzorców gazowych (analyzer wydechu Intox II EC/IR), porównując sporządzony roztwór z roztworem wcześniejszym – jako kryterium oceny przyjmuje się niepewność pomiaru analizatora.

Podsumowanie

Przedstawiono stosowaną w GUM wagową metodę sporządzania wzorców ciekłych etanolu, stosowanych do wytwarzania wilgotnych wzorców gazowych *in situ* w symulatorze wydechu, wraz ze szczegółową analizą źródeł niepewności wyznaczonej zawartości etanolu. Procedura zapewnia spójność pomiarową oraz małą niepewność wyznaczonej wartości ułamka masowego etanolu w roztworze wzorcowym. Podczas sporządzania wzorców zwrócono szczególną uwagę na czynniki związane z higroskopijnością i lotnością etanolu poprzez kontrolę lub ograniczenie czasu bezpośredniego kontaktu z otoczeniem. W opisanej procedurze wyeliminowano wpływ lotności przez ważenie etanolu w szczelnym naczynku i otwieranie go dopiero wewnątrz zamkniętego pojemnika ze zważoną wodą. Dominujący udział w całkowitej niepewności, zgodnie z przedstawioną procedurą, ma wyznaczona eksperymentalnie składowa wynikająca z higroskopijności etanolu. Choć istnieje możliwość jej zmniejszenia (przy kontroli wilgotności w czasie odmierzania etanolu, czy też rezygnacji z prze-

noszenia etanolu z oryginalnej butelki do naczynka, z którego pobierane są odważki do sporządzenia kolejnych wzorców), to nie ma takiej potrzeby, ze względu na zadowalającą niepewność ułamka masowego etanolu w roztworze wodnym. Analiza źródeł niepewności wykazała w niektórych przypadkach ich nieistotny udział w wyznaczonej niepewności, co daje możliwość wprowadzenia pewnych uproszczeń w procedurze i obliczeniach niepewności.

Literatura

- [1] Baptista G., Dias F., Filipe E., Alcohol Breath Analysers: Traceability Chain in Portugal. From primary gas standards to metrological control. Proceeding of 14eme Congress International de Metrologie, Paris, France, 2009.
- [2] DOT NHTSA, Highway Safety Programs; Conforming Products List of Calibrating Units for Breath Alcohol Testers. Federal Register, vol. 77, no. 204, October 22, 2012.
- [3] Dubowski K. M., Breath-Alcohol Simulators, Scientific Basis and Actual Performance. J. Anal. Toxicol., vol. 3, no. 5, pp. 177–182, 1979.
- [4] International Recommendations. Evidential breath analyzers. OIML R126:2012.
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 maja 2006 r. w sprawie liczbowych danych odniesienia dla mieszanin alkoholu etylowego i wody. Dz. U. nr 106 poz. 716, 2006. International Alcoholometric Tables, OIML R22:1973.
- [6] De Bièvre P., Dybkær R., Fajgelj A., Hibbert D. B., Metrological traceability of measurement results in chemistry: Concepts and implementation (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem., vol. 83, no. 10, 2011.
- [7] King B., Lawn R. E., International Interlaboratory Study of Forensic Ethanol Standards, CITAC Project Report, 1997.
- [8] King B., Lawn R. E., International interlaboratory study of forensic ethanol standards, Analyst, vol. 124, no. 7, pp. 1123–1130, 1999.
- [9] Chang N. et al., Preparation, Uncertainty, & Certification of Ethanol Standards, Cerilliant.
- [10] Archer M., de Vos B.-J., Visser M. S., The preparation, assay and certification of aqueous ethanol reference solutions, Accreditation Qual. Assur., vol. 12, no. 3–4, pp. 188–193, 2007.
- [11] National Institute of Standards & Technology. Certificate of Analysis. Standard Reference Material 2891, Ethanol-Water Solution (Nominal Mass Fraction 0.02 %), NIST, 2013.
- [12] Certificate of Analysis, ERM – AC510a, Aqueous ethanol 50 mg/100 ml, LGC, 2015.
- [13] Philipp R., Hanebeck O., Hein S., Bremser W., Win T., Nehls I., Ethanol/water solutions as certified reference materials for breath alcohol analyzer calibration, Accreditation Qual. Assur., vol. 15, no. 3, pp. 141–146, 2010.
- [14] PN-EN ISO 3696:1999: Woda stosowana w laboratoriach analitycznych – Wymagania i metody badań.
- [15] Picard A., Davis R. S., Gläser M., Fujii K., Revised formula for the density of moist air (CIPM-2007), Metrologia, vol. 45, no. 2, pp. 149–155, 2008.
- [16] Tanaka M., Girard G., Davis R., Peuto A., Bignell N., Recommended table for the density of water between 0 °C and 40 °C based on recent experimental reports, Metrologia, vol. 38, no. 4, p. 301, 2001.
- [17] Janko P., Kordulasiński R., Badanie wpływu higroskopijności etanolu na wartość ułamka masowego etanolu i jego niepewność w sporządzanych grawimetrycznie wodnych roztworach wzorcowych stosowanych w symulatorze wydechu. Sprawozdanie, GUM, 2015.
- [18] Kacker R. N., Lawrence J. F., Trapezoidal and triangular distributions for Type B evaluation of standard uncertainty, Metrologia, vol. 44, no. 2, pp. 117–127, 2007.
- [19] Williams D. B. G., Lawton M., Drying of Organic Solvents: Quantitative Evaluation of the Efficiency of Several Desiccants, J. Org. Chem., vol. 75, no. 24, pp. 8351–8354, 2010.
- [20] Dubowski K. M., Goodson E. E., Sample M., Storage stability of simulator ethanol solutions for vapor-alcohol control tests in breath-alcohol analysis, J. Anal. Toxicol., vol. 26, no. 7, pp. 406–410, 2002.
- [21] Chow B. L. C., Wigmore J. G., The Stability of Aqueous Alcohol Standard used in Breath Alcohol Testing after Twenty-Six Years Storage. Can. Soc. Forensic Sci. J., vol. 38, no. 1, pp. 21–24, 2005.
- [22] de Souza V., Caixeiro J. M. R., Cunha R. D. C., Valente L. A. N., Borges R. M. H., and da Silva R. A. L., Evaluation Of Stability Of Ethanol In Water Certified Reference Material: Measurement Uncertainty Under Transport And Storage Conditions, presented at the XVIII IMEKO WORLD CONGRESS, Metrology for a Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil, 2006.
- [23] de Souza V., Rodrigues J. M., Cunha Bandeira R. D. da C., das Neves Valente L. A., Barreto Sousa M. V., da Silva V. F., Lemos da Silva R. A., Evaluation of the stability of ethanol in water certified reference material: measurement uncertainty under transport and storage conditions, Accreditation Qual. Assur., vol. 13, no. 12, pp. 717–721, 2008.
- [24] Kucmanic J., Long-Term Stability of Ethanol Solutions for Breath-Alcohol Tests, J. Anal. Toxicol., vol. 33, no. 6, pp. 328–331, 2009.
- [25] EA-4/02M. Wyznaczanie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu. EA, 2013.

Półautomatyczny układ pomiarowy multispektralnego interferometru laserowego do wzorcowania długich płytek wzorcowych

Semi-automatic measuring system of the multiwavelength laser interferometer for calibration of long gauge blocks

Robert Szumski (Główny Urząd Miar, Samodzielne Laboratorium Długości)

Artykuł opisuje wyniki prac nad multispektralnym interferometrem laserowym do wzorcowania długich płytek wzorcowych, który powstał jako wynik współpracy Laboratorium Długości Głównego Urzędu Miar z Instytutem Mikromechaniki i Fotoniki Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Zaprezentowany został zautomatyzowany układ pomiarowy z systemem stabilizacji i monitorowania warunków środowiskowych oraz oprogramowaniem do analizy obrazu i sterowania układem.

This paper describes the results of work on the multiwavelength laser interferometer for calibration of long gauge blocks, which was a result of the cooperation between the Length Laboratory of Central Office of Measures and the Institute of Micromechanics and Photonics at Warsaw University of Technology. The automated measuring setup with the system of environmental condition controlling and monitoring was presented together with image analysis and controlling software.

Wprowadzenie

Wzorce końcowe, takie jak długie płytki wzorcowe, czyli te o długościach nominalnych przekraczających 100 mm, wymagają przy najdokładniejszych pomiarach zastosowania metod interferencyjnych połączonych z różnymi technikami analizy obrazu. Podczas pomiarów należy uwzględnić dodatkowo szereg innych informacji pomiarowych, np. związanych z warunkami środowiskowymi.

Dawniej pomiar interferencyjny tych wzorców przeprowadzany był w dużej mierze przy znaczącym zaangażowaniu osoby wykonującej ten pomiar. Z powodu braku komunikacji wyposażenia pomiarowego z komputerem stanowiskowym, wyznaczenie końcowego wyniku wzorcowania wymagało zastosowania dodatkowych narzędzi kalkulacyjnych i „ręcznego” przenoszenia danych pomiarowych.

Zdecydowana większość układów pomiarowych obecnie budowanych interferometrów jest sterowana przez komputer wbudowany w stanowisko pomiarowe, który odpowiada zarówno za komunikację z wyposażeniem pomiarowym, steruje przebiegiem pomiaru, jak i dokonuje analizy obrazów

interferencyjnych oraz obliczeń właściwego wyniku. Taki interferometr powstał w Głównym Urzędzie Miar, jako efekt współpracy z Instytutem Mikromechaniki i Fotoniki Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej. Nie jest to jednak układ całkowicie automatyczny, gdyż pełna automatyzacja procesu pomiarowego w przypadku wzorcowania płytek wzorcowych nie jest osiągalna [1-5].

Układ pomiarowy

Multispektralny interferometr laserowy do wzorcowania długich płytek wzorcowych, zbudowany w Laboratorium Długości (obecnie Pracownia Długości), jest interferometrem służącym do wzorcowania długich płytek wzorcowych o długości nominalnej do 1000 mm, służących jako wzorce odniesienia przy pomiarach metodą porównawczą. Umożliwia on wyznaczenie odchylenia długości środkowej od długości nominalnej płytek wzorcowych metodą reszt fazowych.

Interferometr jest zbudowany na bazie klasycznego interferometru Twymana-Greena z wykorzystaniem wysokiej jakości laserów stabilizowanych

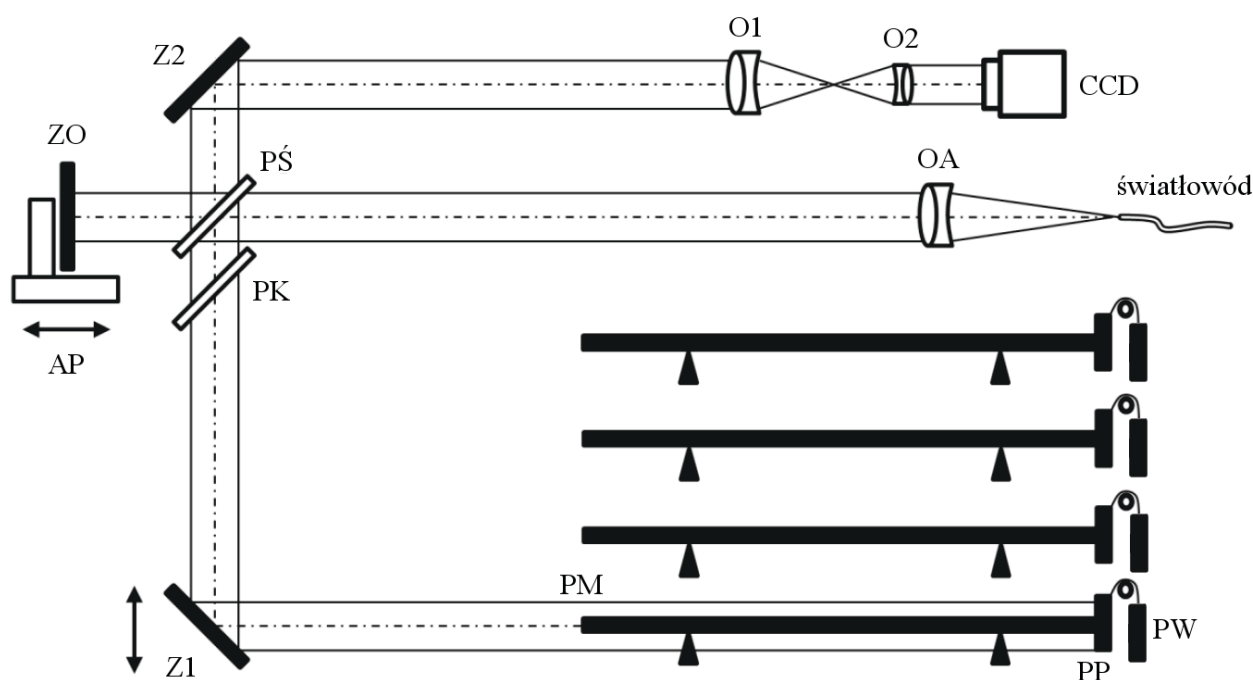
częstotliwościowo i oprzyrządowania umożliwiające sterowanie przez komputer. Układ pomiarowy działa w oparciu o metodę kroku fazowego (phase stepping), wykorzystując techniki numerycznego przetwarzania obrazu do analizowania interferogramów otrzymanych z kamery CCD. Źródłem wzorcowych długości fal światła są trzy stabilizowane częstotliwościowo lasery helowo-neonowe o długościach fal promieniowania 633 nm (czerwony), 594 nm (żółty) i 543 nm (zielony). Układ pomiarowy składa się z trzech podstawowych części: optycznej, mechanicznej (z aktuatorami) oraz układu do pomiaru i stabilizacji warunków środowiskowych. Schemat układu optycznego interferometru przedstawia rys. 1.

Lasery wzorcowe połączone są z modułem sprzęgająco-przełączającym umożliwiającym wybranie, z którego lasera światło będzie w danej chwili doprowadzone do układu optycznego interferometru. Światło laserów, doprowadzane do układu pomiarowego przy pomocy światłowodu wielomodowego, jest kolimowane przy użyciu obiektywu apochromatycznego (OA). Układ taki umożliwia, dla ogniskowej przekraczającej 500 mm, uzyskanie wiązki pomiarowej o średnicy ok. 50 mm oraz skorygowanie aberracji chromatycznej dla długości fal zapewnianych przez lasery wzorcowe. Wiązka laserowa rozdzielana jest na dwie przez półprzepuszczalną płytkę światłodzielącą (PŚ). Wiązka w ramieniu pomiarowym, odbita

od zwierciadła kierunkowego (Z1), oświetla powierzchnię pomiarową mierzonej płytki wzorcowej (PM) z płytką pomocniczą (PP), przywartą do jej drugiej powierzchni pomiarowej. Zwierciadło kierunkowe (Z1) używane jest również do wybierania płytki wzorcowej w jednym z czterech torów pomiarowych. Wiązka w ramieniu odniesienia pada na zwierciadło odniesienia (ZO) zamontowane na aktuatorze piezoelektrycznym (AP), realizującym przesunięcia fazowe wymagane przez automatyczną metodę kroku fazowego. Następnie wiązki odbite od płytek w ramieniu pomiarowym (PM i PP) i zwierciadła (ZO) łączą się ponownie na płycie światłodzielącej (PŚ) i kierowane są przez zwierciadło (Z2) do bezogniskowego układu optycznego (O1, O2), który dopasowuje wiązkę pomiarową odpowiednio do rozmiarów matrycy detektora (CCD). Kamera zapewnia 16-bitową głębię szarości i maksymalną rozdzielczość 1624×1224 .

Do sterowania układem pomiarowym wykorzystywane są cztery rodzaje aktuatorów, a do przemieszczania i pozycjonowania zwierciadła kierunkowego (Z1) w ramieniu pomiarowym służy sterowany programem pomiarowym silnik krokowy, sprzężony ze stolikiem liniowym.

Samo zwierciadło może być obracane wokół osi pionowej przy użyciu serwonapędu. Do poruszania zwierciadła odniesienia zastosowany został prze-



Rys. 1. Schemat układu optycznego interferometru

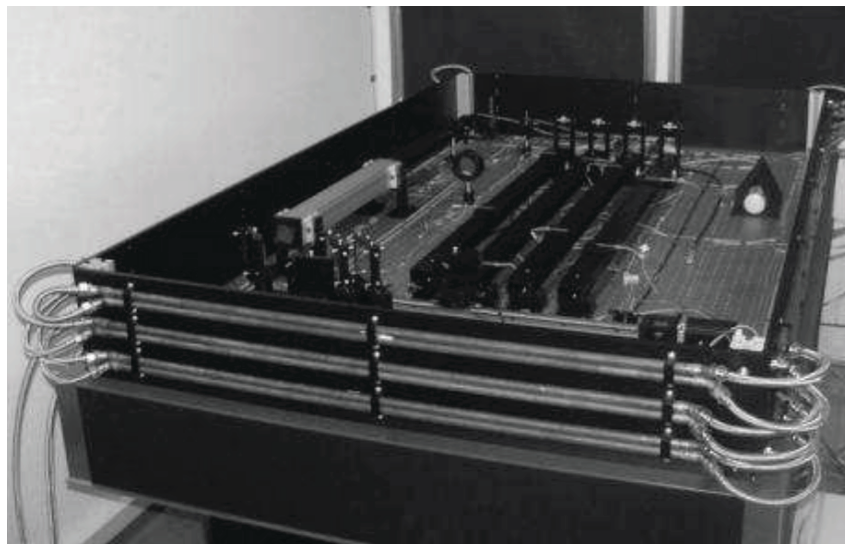
twornik piezoelektryczny z modułem serwo-kontrolera, który pracując z pętlą sprzężenia zwrotnego zapewnia wymaganą precyzję i powtarzalność ruchu zwierciadła. Ta wysoka dokładność zapewnia prawidłowe funkcjonowanie algorytmu kroków fazowych. Właściwe pochylenie mierzonej płytki wzorcowej uzyskuje się poprzez sterowanie wysokością jednego z końców łoża płytki, realizowane poprzez serwonapęd (po jednym dla każdego z czterech torów pomiarowych). Płytki wzorcowe układane są z kolei na specjalnych podporach, o sześciokątnym przekroju, umieszczonych na łożach, w punktach Airy'ego. Wewnątrz podpór umieszczone są czujniki termistorowe do pomiaru temperatury płytki. W celu skompensowania masy płytki pomocniczej i zapewnienia równoległości powierzchni pomiarowych płytki mierzonej stosowana jest dodatkowa płytka (PW) wykorzystywana w roli przeciwwagi.

Ostatnim ruchomym elementem systemu jest układ wibracyjny światłowodu, który redukuje efekt plamkowania powstający w związku z używaniem koherentnych źródeł światła, poprzez wprowadzenie odcinka światłowodu w drgania o różnym kierunku i częstotliwości. Poglądowy widok układu optycznego i części stabilizowanej temperaturowo osłony przedstawia rys. 2.

Proces pomiarowy

Wzorcowanie płytek wzorcowych na stanowisku interferometru multispektralnego przebiega w dwóch etapach. W pierwszym płytki wzorcowe z przywartymi płytkami pomocniczymi i przeciwwagami umieszczone są w torach pomiarowych, a ich położenie jest wstępnie korygowane w celu uzyskania obrazu prążków. Po zamknięciu osłony termoizolacyjnej wymagana jest kilkugodzinna przerwa, w celu wyrównania warunków za pomocą aktywnego układu stabilizacji temperatury, złożonego z termostatu i osłony stanowiska z systemem chłodzenia wodnego.

W drugim etapie wykonywane są pomiary, dla których dokładności kluczowe jest kontrolowanie warunków środowiskowych, występujących



Rys. 2. Widok poglądowy układu optycznego i części osłony

wewnątrz komory pomiarowej interferometru. Komora osłania układ umieszczony na stole optycznym, który odizolowany jest od drgań podłoża i jest podstawą dla kluczowych urządzeń i elementów stanowiska. W trakcie pomiarów monitorowane są cztery podstawowe parametry powietrza: temperatura, ciśnienie, wilgotność i zawartość CO_2 . Temperatura powietrza i płytek wzorcowych jest monitorowana za pomocą sieci 40 czujników termistorowych, umieszczonych na słupkach z tworzywa PTFE na wysokości wiązki pomiarowej i podłączonych do multimetru Keithley, model 2700. Ciśnienie i wilgotność powietrza oraz zawartość CO_2 mierzone są przyrządami pomiarowymi produkcji firmy VAISALA: barometrem PTB330, higrometrem MT333 i czujnikiem CO_2 GMP343.

W trakcie pomiaru, dzięki automatyzacji stanowiska, oprogramowanie pomiarowe:

- analizuje dane przyrządów monitorujących warunki środowiskowe,
- zapewnia możliwość przełączania źródeł światła,
- umożliwia sterowanie opisanymi wcześniej aktuatorami, zapewniając zdalną adiustację układu optycznego,
- steruje pracą układu przechwytywania obrazu z kamery, przetwornika piezoelektrycznego zwierciadła odniesienia i układu wibracyjnego światłowodu.

Udział operatora w procesie pomiarowym, poza przygotowaniem płytki wzorcowej do pomiaru, sprowadza się do zainicjowania komunikacji z wyposa-

żeniem pomiarowym, zdalnego ustawienia właściwego obrazu prążków interferencyjnych, wprowadzenia informacji ogólnych i o mierzonej płytce wzorcowej oraz po skompletowaniu danych pomiarowych wskazania właściwych obszarów odniesienia w obrazie fazowym.

Niepewność pomiaru

Charakterystycznymi źródłami niepewności pomiaru dla metody reszt ułamkowych są błędy frontu falowego wprowadzane przez elementy układu optycznego (kolimacja, aberracje) oraz źródło światła. Dominujące składowe związane są z efektami temperaturowymi. Interferometr multispektralny charakteryzuje się stosunkowo małymi wartościami składowych pochodzących od adiustacji, a także od zmieniających się w czasie pomiaru warunków środowiskowych, dzięki dużej stabilności tych warunków i krótko trwającemu pomiarowi.

Najlepsza zdolność pomiarowa związana z wyznaczeniem odchylenia długości środkowej od długości nominalnej długiej płytki wzorcowanej na multispektralnym interferometrze laserowym wynosi:

$$U = \sqrt{0,045^2 + 0,24^2 \cdot L_n^2} \quad \mu\text{m} \quad (1)$$

gdzie L_n jest wartością liczbową długości nominalnej wyrażonej w metrach.

Podczas wzorcowania krótkich płytek wzorcowych możliwe jest uzyskanie w stosunkowo łatwy sposób informacji o poprawce fazowej wynikającej z innej zmiany fazy fali światła przy odbiciu od powierzchni pomiarowej płytki mierzonej i płytki pomocniczej do niej przywartej. Wyznaczana jest ona najczęściej tzw. metodą stosu. W przypadku długich płytek wzorcowych zastosowanie tej metody nie jest możliwe, w związku z czym opracowanych zostało kilka metod alternatywnych wyznaczania poprawki fazowej. Jedną z nich jest wynikiem badań prowadzonych w Laboratorium Długości [10].

Zdolności pomiarowe

W trakcie międzynarodowych porównań kluczowych EURAMET.L-K1 zweryfikowane zostały zdolności pomiarowe europejskich krajowych instytucji metrologicznych (NMIs) w zakresie wzorcownia płytek wzorcowych metodami interferencyjnymi. Laboratorium Długości Głównego Urzędu Miar

uczestniczyło w porównaniach między innymi w zakresie wzorcowania płytek wzorcowych (do 500 mm) na opisywanym interferometrze multispektralnym.

Była to też pierwsza poważna okazja do sprawdzenia sprawności wykonywania pomiarów na zautomatyzowanym interferometrze, gdyż stosunkowo krótki przedział czasu przydzielony laboratorium nie pozwoliłby na wykonanie odpowiednio dużej liczby pomiarów na mało wydajnym stanowisku pomiarowym.

Podstawowym wynikiem pomiaru każdej płytki wzorcowej w ramach porównań, przekazany przez uczestniczące laboratoria, było odchylenie długości środkowej od długości nominalnej Δl z oszacowaną niepewnością pomiaru $u(\Delta l)$. Wyniki przekazane przez poszczególne laboratoria zostały wykorzystane do wyznaczenia wartości odniesienia porównań kluczowych (Δl_{ref}).

Odchylenie wyniku każdego uczestnika od wartości odniesienia wynosiło:

$$d = \Delta l - \Delta l_{\text{ref}} \quad (2)$$

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

$$u(d) = \sqrt{u^2(\Delta l) - u^2(\Delta l_{\text{ref}})} \quad (3)$$

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

$$u(d) = \sqrt{u^2(\Delta l) + u^2(\Delta l_{\text{ref}})} \quad (4)$$

Dla każdego laboratorium wyznaczono następnie wartość wskaźnika E_n , zdefiniowanego wyrażeniem:

$$E_n = \left| \frac{d}{U(d)} \right| \quad (5)$$

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

Uzyskane przez laboratoria wartości E_n przedstawia tabela 1. Laboratorium Długości GUM uzyskało, łącznie z NPL najlepszą średnią zgodność wyników z wartością odniesienia na tle wyników wszystkich uczestników porównań. Najnowsze stanowisko laboratorium, multispektralny interferometr laserowy, będący owocem współpracy GUM i Politechniki Warszawskiej, uzyskał najniższe wartości E_n , nie

biorąc wcześniej udziału w żadnych porównaniach międzylaboratoryjnych. Uzyskane wyniki w pełni potwierdzają możliwości pomiarowe laboratorium do wykonywania wzorcowań zgłoszonych do bazy CMC stanowiącej Dodatek C do porozumienia CIPM MRA [15].

Tabela 1. Zestawienie wartości E_n dla płytek o długości L , uzyskane przez laboratoria NMI

NMI	$L = 150 \text{ mm}$	$L = 300 \text{ mm}$	$L = 500 \text{ mm}$	E_n średnie
GUM	0,1	0,0	0,1	0,07
NPL	0,1	0,0	0,1	0,07
METAS	0,3	0,0	0,0	0,10
MIKES	0,2	0,0	0,1	0,10
BEV	0,1	0,1	0,3	0,17
UME	0,3	0,2	0,1	0,20
SMD	0,0	0,4	-	0,20
MIKES'	0,1	0,2	0,3	0,20
CMI	0,1	0,3	0,3	0,23
VSL	0,4	0,3	0,1	0,27
LNE	0,4	0,3	0,2	0,30
METAS'	0,4	0,3	0,2	0,30
BIM	0,7	0,3	0,0	0,33
SP	0,3	0,4	0,7	0,47
BEV	0,9	0,5	0,2	0,53
IPQ	0,1	38,0	-	19,05

Podsumowanie

Zaprezentowany układ pomiarowy multispektralnego interferometru laserowego do wzorcowania długich płytek wzorcowych jest stanowiskiem pomiarowym zapewniającym możliwość wzorcowania płytek wzorcowych z niepewnością charakterystyczną dla metody reszt ułamkowych z wykorzystaniem wzorców laserowych, a jednocześnie jest układem zautomatyzowanym.

Dzięki zastosowaniu szeregu aktuatorów możliwe jest wykonywanie adiustacji układu bez zaburzania stabilności warunków środowiskowych oraz przeprowadzenie zautomatyzowanych pomiarów, a komunikacja komputera stanowiskowego z wyposażeniem pomiarowym pozwala na wygodny dostęp do kompletu danych pomiarowych i uzyskanie ostatecznego wyniku zaraz po zakończeniu pomiaru.

Uzyskiwana na stanowisku dobra odtwarzalność wyników pomiarów pozwoliła na skuteczne zweryfikowanie możliwości pomiarowych interferometru, wpisanie usługi do międzynarodowej bazy oraz wykonywanie wzorcowań z najniższą niepewnością pomiaru w kraju.

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), s. 288-297.
- [3] Ikonen E., Riski K., Gauge-block interferometer based on one stabilized laser and a white-light source. Metrologia 30 (1993), s. 95-104.
- [4] Wengierow M., Salbut L., Ramotowski Z., Interferometric multiwavelength system for long gauge blocks measurements. Proc. SPIE (Munich) 8082, 80822R, (2011).
- [5] Wengierow M., Salbut L., Pakula A., Lukaszewski D., Multi-wavelength interferometer for high accuracy measurement of long gauge blocks Proc. SPIE (San Diego), 7064, 70640N (2008).
- [6] Edlén B., The refractive index of air. Metrologia 2 (1996), s. 71-80.
- [7] Birch K. P., Downs M. J., An updated Edlén equation for the refractive index of air, Metrologia 30 (1993), s. 155-162.
- [8] Birch K. P., Downs M. J., Correction to the updated Edlén equation for the refractive index of air, Metrologia 31 (1994), s. 315-316.
- [9] Bönsch G., Potulski E., Measurement of the refractive index of air and comparison with modified Edlén's formulae, Metrologia 35, (1998), s. 133-139.
- [10] Ramotowski Z., Salbut L., Practical aspects of phase correction determination for gauge blocks measured by optical interferometry. Measurement Science and Technology 23 (2012).
- [11] Decker J. E., Pekelskym J. R., Uncertainty evaluation for the measurement of gauge blocks by optical interferometry, Metrologia 34, 1997, s. 479-493.
- [12] JCGM 100:2008 Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. BIPM.
- [13] Vegesna R. K., Hocken R. J., A study of gauge block wringing Proc. ASPE 1-4 (2005).
- [14] Matus M. i in., Measurement of gauge blocks by interferometry, Metrologia 53 (2016), Technical Supplement.
- [15] Lewis A., Running of MRA comparisons in length metrology and monitoring their impact on CMCs. CCL/WG-MRA/GD-1 (2012).

Artykuł powstał na podstawie referatu zgłoszonego i przedstawionego na konferencji XI Szkoła-Konferencja „Metrologia wspomagana komputerowo” MWK'2017

Przebieg obrad 11. posiedzenia Zgromadzenia Ogólnego EURAMET

Proceedings of the 11th meeting of the EURAMET General Assembly

Marcin Mikiel (Główny Urząd Miar)

Artykuł przedstawia przebieg obrad głównego ciała decyzyjnego EURAMET – Zgromadzenia Ogólnego, którego 11. posiedzenie odbyło się z udziałem delegacji GUM w dniach 15–19 maja br. w Madrycie.

The article describes proceedings of the 11. General Assembly which had place in Madrid within date of 15–19 May 2017, with the representation of the GUM delegation.

Przebieg obrad

W posiedzeniu wzięło udział 26 uczestników (delegatów) z krajów członkowskich, w tym delegacja GUM z Prezesem Urzędu oraz liczni zaproszeni goście, reprezentujący administracje poszczególnych członków EURAMET, Komisję Europejską i świat nauki.

Obrady rozpoczął przewodniczący EURAMET Beat Jeckelmann, który powitał zebranych gości. W swoim przemówieniu wspominał o obchodzonej w tym roku 30-letniej rocznicy powstania EURAMET. Przypominał też o podpisaniu właśnie w Madrycie Memorandum of Understanding, dającym początek poprzednikowi EURAMET, organizacji EUROMET. Jackelmann podkreślił osiągnięcia minionego 30-lecia zaznaczając, iż wiele wyzwań stojących przed EURAMET jest wciąż otwartych. Zwrócił też uwagę na jego wartość, jako ciała prowadzącego wiele istotnych projektów, mających znaczenie dla innowacyjności, ale także kluczowych dla poprawy jakości życia ludzkiego, np. z zakresu medycy, ochrony środowiska czy źródeł energii.

Przebieg posiedzenia potwierdził atrakcyjność EURAMET, jako organizacji wciąż poszerzającej swój skład. Podczas posiedzenia podjęto uchwałę o przyjęciu w poczet członków aplikantów EURAMET – Krajowego Instytutu Metrologicznego Mołdawii (Institutul Național de Metrologie), jak również w poczet Instytutów Desygnowanych dwóch instytutów z Bośni i Hercegowiny, zajmujących się pomiarami gazu i przepływu wody. Warto zauważyć, iż Główny Urząd Miar w ramach intensyfikacji współpracy międzynarodowej podpisał w ubiegłym miesiącu umowę o współpracy z NMI (Krajowym Instytutem Metrologicznym) z Mołdawii.

Ważnym aspektem poruszonym podczas posiedzenia były zmiany kadrowe w EURAMET. Najistotniejszą z nich jest zmiana na stanowisku przewodniczącego tej organizacji. Kończąc swoją kadencję Beata Jeckelmann zastąpi

dyrektor norweskiej służby metrologicznej Hans Arne Frøystein, który w tajnym głosowaniu pokonał swojego kontrkandydata, przedstawiciela niemieckiego instytutu PTB. Przeprowadzono również głosowania na przewodniczących komitetów elektryczności i magnetyzmu, przepływu, długości, masy, metrologii w chemii oraz 3 członków Rady Dyrektorów. Jak co roku część posiedzenia została przeznaczona na omówienie bieżących spraw. Uczestnicy wysłuchali relacji z prac komitetów technicznych EURAMET, zapoznali się z prezentacjami dotyczącymi prac w ramach programu EMPIR, zmian w administracji miar Szwecji oraz Węgier.

Delegaci mieli także okazję do zapoznania się z prezentacjami dotyczącymi prac innych regionalnych organizacji metrologicznych, takich jak WELMEC czy SIM (Sistema Interamericana de Metrologia).

Podsumowanie

Jedenaste posiedzenie Zgromadzenia Ogólnego pozwoliło na podjęcie ważnych dla EURAMET decyzji, w tym kluczowych decyzji kadrowych (wybór nowego przewodniczącego, przystąpienie do organizacji nowych członków). Przegląd prac komitetów technicznych wykazał, iż realizują one bardzo ważne i aktualne dla potrzeb współczesnych społeczeństw projekty.

Zakończenie

Minione posiedzenie potwierdziło dobrą kondycję, w jakiej znajduje się europejska metrologia. Udział wielu uczestników, podejmujących istotne dla rozwoju metrologii tematy, świadczy o coraz ważniejszej roli, jaką odgrywa EURAMET na arenie międzynarodowej. Zgromadzenie wskazało także kierunki, w jakich w najbliższym czasie będzie zmierzać europejska metrologia.

Problemy w nadzorze metrologicznym

Problems in metrological supervision

Andrzej Czechowski (Biuro Służby Miar GUM)

Referat został przedstawiony na konferencji GUM pt. „Skutki braku regulacji metrologicznych w gospodarce” w panelu pt. „Metrologia w ochronie praw konsumenta i obrotu gospodarczego”.

The paper was presented at the conference in the Central Office of Measures: “The consequences of the lack of regulations in the economy” in the panel “Metrology in the protection of consumer rights and economic turnover”.

Wstęp

Administracja miar nadzoruje cztery ustawy poprzez wykonywanie w odpowiednim zakresie kontroli u przedsiębiorców lub u użytkowników przyrządów pomiarowych. Są to:

- ♦ ustawa Prawo o miarach,
- ♦ ustawa o towarach paczkowanych,
- ♦ ustawa o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku,
- ♦ ustawa o systemie tachografów cyfrowych.

Poniżej przedstawiono przykłady konkretnych problemów powstających ze względu na brak precyzyjnych regulacji. W takich przypadkach konieczne jest posługiwanie się opracowaniami typowo metrologicznymi, np. OIML (Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej) i WELMEC (Europejskiej Współpracy w Dziedzinie Metrologii Prawnej), a także branżowymi lub normami.

Aerozole

Dla wyznaczenia ilości rzeczywisłej wskazanej na opakowaniu, w jednostkach objętości stosuje się kilka metod. Jednak najczęściej jest to obliczanie gęstości wyrobu aerozolowego w oparciu o gęstość poszczególnych składników oraz ich masowego lub objętościowego udziału. W przypadku wyrobów aerozolowych gęstość mieszanki aerozolowej można obliczyć z następujących wzorów, które nie uwzględniają zmian objętości wynikającej ze zmieszania komponentów:

$$\rho_M = \frac{A_G + B_G + \dots + Z_G}{\frac{A_G}{\rho_A} + \frac{B_G}{\rho_B} + \dots + \frac{Z_G}{\rho_Z}}$$

przy określaniu składu metodą podania procentowego udziału masy, a także:

$$\rho_M = \frac{A_V \cdot \rho_A + B_V \cdot \rho_B + \dots + Z_V \cdot \rho_Z}{A_V + B_V + \dots + Z_V}$$

przy podawaniu składu w procentach objętości, gdzie:

ρ_M – gęstość mieszanki aerozolowej, w g/ml,

A_G, B_G, Z_G – wagowy udział określonego surowca, w %,

A_V, B_V, Z_V – objętościowy udział określonego surowca, w %,

ρ_A, ρ_B, ρ_Z – gęstość określonego surowca, w g/ml.

Powyższe potwierdza dokument Europejskiej Federacji Branży Klejów i Uszczelnaczy (FEICA – Association of the European Adhesive & Sealant Industry) o numerze TM 1001:2013 *Determination of the Volumetric Content of an OCF canisters*. Rozdział 6 *Glossary: Volume contraction of OCFs* wskazuje, że w piance poliuretanowej następuje mieszanie składników, co przy pewnych warunkach i komponentach może doprowadzić do zmniejszenia objętości w wyrobie zamkniętym docierającym do konsumenta. Ponadto dokument ten zawiera informacje odnoszące się do występujących różnic między wartością naważeń składników w masie a faktyczną objętością wyrobu gotowego (zamkniętego).

W dokumencie tym została wskazana metoda rentgenowska, analogiczna do tej stosowanej przez organy administracji miar. Istotą metody jest uzyskanie zdjęcia zawierającego dwie puszki wzorcowe i jedną badaną umieszczoną w środku. Więcej informacji można znaleźć w publikacji [1].

Prawo energetyczne

W związku z wejściem w życie w dniu 2 września 2016 r. ustawy z dnia 22 lipca 2016 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. poz. 1165) – na mocy jej art. 1 ust. 6 – organom administracji miar zostały przyporządkowane nowe zadania, o których mowa w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059, z późn. zm.). Zgodnie z art. 23r ust. 3 wspomnianej ustawy, w ramach realizacji zadań lub kontroli prowadzonych na zasadach i w trybach określonych w odrębnych przepisach, Szef Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Generalny Inspektor Kontroli Skarbowej, Szef Służby Celnej, Prezes Agencji Rezerw Materiałowych, Prezes Urzędu Dozoru Technicznego, Dyrektor Transportowego Dozoru Technicznego, Inspekcja Handlowa, Państwowa Inspekcja Pracy oraz organy: Policji, Prokuratury, Inspekcji Ochrony Środowiska, Państwowej Straży Pożarnej, nadzoru budowlanego, administracji miar i Państwowej Inspekcji Sanitarnej kontrolują spełnienie obowiązku:

- 1) posiadania koncesji, o których mowa w art. 32 ust. 1 pkt 1-4, w zakresie, w jakim dotyczą paliw ciekłych;
- 2) wpisu do rejestru, o którym mowa w art. 32a;
- 3) zgłoszenia do Prezesa URE infrastruktury paliw ciekłych, o którym mowa w art. 43e.

Ponadto ust. 4 tego przepisu stanowi, iż organy, o których mowa w ust. 3, mogą kontrolować spełnienie wymogu prowadzenia sprzedaży paliw ciekłych i świadczenia usług magazynowania lub przeladunku paliw ciekłych, przesyłania lub dystrybucji paliw ciekłych w sposób zgodny z art. 43a.

W przypadku kontroli użytkowników przyrządów pomiarowych podlegających dodatkowo ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059, z późn. zm.), organy administracji miar, zgodnie z art. 23r ust. 3 tej ustawy, powinny dokonywać sprawdzenia spełnienia ww. obowiązków. Jednak nadal brak jest rozporządzeń

wykonawczych oraz aktualnych rejestrów wynikających z powyższych przepisów, np. Informatora URE dotyczącego kontroli, wzoru informacji o rodzajach i lokalizacji infrastruktury. W dniu 31 marca 2017 r. opublikowano na stronie internetowej URE pierwszą tego typu informację – Rejestr podmiotów przywożących. Ponadto w międzyczasie, tj. w dniu 18 grudnia 2016 r., nastąpiła zmiana powyższych przepisów i organy kontroli powinny weryfikować złożenie wniosku o zmianę koncesji. Podmioty prowadzące działalność gospodarczą miały czas na złożenie wniosku do 16 stycznia 2017 r. Wnioski złożone po tym terminie muszą zostać poddane ponownej weryfikacji, tj. do czasu wydania nowej koncesji działalność podlegająca koncesji powinna być zawieszona, np. prowadzenie stacji paliw. Aktualnie na stronie internetowej URE znajduje się wykaz podmiotów, które złożyły wnioski o udzielenie, zmianę lub cofnięcie koncesji albo o udzielenie lub zmianę promesy koncesji wraz z datą ich złożenia.

W związku z powyższymi brakami, GUM przekazał do terenowych organów administracji miar następującą wytyczną – w przypadku stwierdzonych nieprawidłowości dotyczących metrologii czy też koncesji (np. jej braku lub nieaktualności), organ administracji miar zarządzający kontrolę zawiadamia o nich właściwy miejscowo Oddział Terenowy Urzędu Regulacji Energetyki.

Wagi o dużych obciążeniach maksymalnych

Włączenie organów administracji miar w obszar nadzoru rynku nad przyrządami pomiarowymi nastąpiło w dniu 20 kwietnia 2016 r. – ustawą o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz. U. poz. 542, z późn. zm.). Wagi nieautomatyczne podlegają prawnej kontroli metrologicznej (legalizacji ponownej) zgodnie z ustawą z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach (Dz. U. z 2016 r. poz. 884, z późn. zm.) dopiero po trzech latach od wykonania oceny zgodności takich wag, tj. od wprowadzenia ich do obrotu. W okresie tych trzech lat wagi nieautomatyczne były w nadzorze rynku sprawowanym przez organy Inspekcji Handlowej, który ograniczał się tylko do kontroli formalnych (właściwie tylko sporadycznie uzupełnianych o sprawdzenia metrologiczne przy pomocy merytorycznej pracowników administracji miar i zasadniczo obejmujących tylko wagi o małych obciążeniach maksymalnych – do 15 kg).

Faktyczny brak nadzoru spowodował wzrost liczby zjawisk negatywnych. W tym aspekcie szczególnie wagi nieautomatyczne o dużych obciążeniach były praktycznie poza wszelką kontrolą do czasu przejścia ich do prawnej kontroli metrologicznej wykonywanej przez organy administracji miar, czyli po 3 latach od wprowadzenia ich do użytkowania. System taki wygenerował patologie – odnotowywano rażące nieprawidłowości stwierdzane podczas dotychczasowych czynności związanych z prawną kontrolą metrologiczną takich wag. Wielokrotnie stwierdzano stosowanie wag o dużych obciążeniach (powyżej 1 t) po ocenie zgodności, które nierzadko przechodziły „kolejne oceny zgodności”, poprzez naniesienie nowych oznaczeń oceny zgodności, co powodowało, iż nie były zgłaszane do legalizacji ponownej zgodnie z przepisami ustawy Prawo o miarach. Oznakowania zgodności wagi nieautomatycznej podlegające wymaganiom starej dyrektywy NAWI:

CE 16 1441 M

Oznakowania zgodności wagi nieautomatycznej podlegającej wymaganiom nowej dyrektywy przyrządu NAWI (jak i przyrządu pomiarowego według starej i nowej dyrektywy MID):

CE M 16 1441

Art. 19 ustawy o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku stanowi tylko, iż importera lub dystrybutora traktuje się jak producenta, jeżeli wprowadza do obrotu wyrób pod własną nazwą lub znakiem towarowym lub modyfikuje wyrób znajdujący się w obrocie w taki sposób, że może mieć to wpływ na zgodność z wymaganiami. W tym aspekcie Komisja Europejska wydała przewodnik Blue Guide 2016, opisujący wdrażanie przepisów dotyczących produktów w Unii Europejskiej, w którym można znaleźć następujące wskazania. Produkt, w którym po oddaniu do użytku dokonano ważnych zmian lub napraw w celu zmodyfikowania oryginalnego działania, zastosowania lub typu, mających istotny wpływ na jego zgodność z unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym, może być uznany za nowy produkt. Osoba

przeprowadzająca modyfikację musi spełnić takie same wymagania jak oryginalny producent, np. przygotować dokumentację techniczną, sporządzić deklarację zgodności UE i umieścić oznakowanie CE na produkcie. Osoby, które dokonują ważnych zmian w produkcie, mają obowiązek zweryfikować, czy taki produkt należy uznać za nowy, w odniesieniu do stosownego unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego. Jeżeli tak, osoba dokonująca zmian staje się producentem i ma związane z tym obowiązki. Co więcej, w przypadku, gdy taki produkt zostanie uznany za nowy, musi zostać poddany pełnej ocenie zgodności zanim zostanie udostępniony na rynku. Natomiast produktów, które zostały naprawione lub wymienione (np. w wyniku wykrycia wady) w sposób niezmieniający oryginalnego działania, przeznaczenia lub typu, nie uznaje się za nowe produkty w rozumieniu unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego. Niemniej jednak, zgodnie z art. 8k ust. 2 ustawy – Prawo o miarach, przyrząd pomiarowy powinien być zgłoszony do legalizacji ponownej m.in. w przypadku uszkodzenia albo zniszczenia oznaczeń lub cech zabezpieczających naniesionych podczas dokonywania oceny zgodności lub po jego naprawie.

Niezastosowanie się do powyższych przepisów i wytycznych rodzi poważne wątpliwości, co do właściwości metrologicznych takich wag z uwagi na utratę spójności pomiarowej, tj. brak odniesienia wskazań wag do Państwowego wzorca jednostki masy – prototypu kilograma nr 51, przechowywanego w GUM. Ponadto w przypadku wag o dużych obciążeniach nawet nieznaczne przekroczenie wartości błędu ponad wartości dopuszczalne powoduje rażące różnice w wynikach pomiarów (ustalania faktycznej masy produktu), np. błąd tylko 1 % powoduje, że na 30 tonach ważonego towaru nieuczciwy dostawca może generować 300 kg niedowagi. Sytuacja taka występuje praktycznie we wszystkich obszarach i dziedzinach gospodarki krajowej, w których wagi takie są użytkowane: sprzedaż węgla i surowców energetycznych, skup złomu, skup warzyw, owoców i produktów rolnych, przejścia graniczne i składy celne, w których wyznacza się podatki i wysokość cła w zależności od masy przewożonego towaru lub też, np. dla wag przeznaczonych do odważania towarów w centrach przeładunkowych, w opakowaniach typu big-bag o masach 500 kg lub 1000 kg.

Kontrole użytkowników taksometrów

Zgodnie z art. 79 ustawy o swobodzie działalności gospodarczej (sdg) organy kontroli zawiadamiają przedsiębiorcę o zamiarze wszczęcia kontroli. W większości przypadków taksometry legalizowane są przez punkty legalizacyjne. W tej sytuacji wnioskodawcą jest serwis, a organ administracji nie ma wiedzy na temat osoby, która jest faktycznym użytkownikiem i nie posiada jego adresu zamieszkania. W sytuacji, gdy organ posiada jednak adres zamieszkania, to wysyła tam zawiadomienie, a kontrola jest wykonywana na postoju taksówek, gdzie niestety nie ma możliwości zastania wszystkich użytkowników. Ponadto, w zdecydowanej większości, podczas rozpoczęcia kontroli u pierwszego taksówkarza reszta odjeżdża, a administracja miar nie ma uprawnień do zatrzymywania pojazdów w ruchu ze względu na uwarunkowania zawarte w ustawie Prawo o ruchu drogowym. Kontrole takie są po prostu nieskuteczne – i to działa deprymująco na pracowników mających wykonywać takie kontrole. Powyższe oznacza, że kontrolowanie taksówek, a co za tym idzie użytkowników taksometrów jest szczególnie trudne. Podejmowane są kontrole z Policją lub Strażą Miejską, która blokuje postój i wtedy rozpoczyna kontrole, ale tu często administracja miar jest tylko asystentem, a organem wszczynającym kontrolę są ww. służby. Kolejnym rozwiązaniem jest art. 79 ust. 2 pkt 6 ustawy sdg stanowiący, że zawiadomienia o zamiarze wszczęcia kontroli nie dokonuje się w przypadku, gdy: przedsiębiorca nie ma adresu zamieszkania lub adresu siedziby bądź doręczanie pism na podane adresy

było bezskuteczne lub utrudnione. Natomiast najlepszym rozwiązaniem byłoby umożliwienie stosowania dla użytkowników taksometrów takich samych upoważnień do kontroli jak dla osób nie będących przedsiębiorcami w rozumieniu ustawy sdg.

Podsumowanie

Powyższe sytuacje niepokoją także tych przedsiębiorców, którzy dbają o dobro swoich odbiorców, jak również kierują się daleko idącym poczuciem uczciwości w zakresie prowadzenia sprzedaży swoich produktów (lub usług), gdzie duże znaczenie przykłada się do stosowania nowoczesnych technologii w zakresie pakowania i ważenia, dla utrzymania wysokiej jakości tych procesów. Należy zwrócić uwagę także na konieczność wspierania warunków uczciwej konkurencji przedsiębiorców, gdyż podmioty, które sprawdzają przyrządy zgodnie z obowiązującym prawem, ponoszą dodatkowe koszty związane z dokonywaniem sprawdzeń metrologicznych. Natomiast kontrole przeprowadzone przez inspektorów organów administracji miar, które ujawniły nieprawidłowości, a co za tym idzie ich eliminacja, daje poczucie konsumentom, że zakupiony towar (lub usługa) jest zgodna z deklaracją producenta.

Literatura

- [1] Czechowski A., Knyziak B.A., Badanie wyrobów aerozolowych metodą promieniowania rentgenowskiego, Biuletyn GUM, 1–2 (2015), s. 36–39.

Prawna kontrola metrologiczna zbiorników pomiarowych do cieczy, zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych

The legal metrological control of measuring tanks installed on the road vehicles

Tadeusz Lach (Biuro Służby Miar, GUM)

W artykule poruszono zagadnienia prawnej kontroli metrologicznej zbiorników pomiarowych do cieczy, zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych. Przedstawiono procedury zatwierdzenia typu, legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej tych przyrządów pomiarowych, wymagania im stawiane oraz sposoby przeprowadzenia ich badań.

The publication presents problems on the legal metrological control of measuring tanks installed on the road vehicles. It provides procedures of the type approval, initial verification and subsequent verification of these measuring instruments, presents requirements and ways to carry on tests.

Wprowadzenie

Prawna kontrola metrologiczna zbiorników pomiarowych do cieczy, zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych jest realizowana w oparciu o przepisy ustawy z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach (Dz. U. z 2016 r. poz. 884 i poz. 1948 oraz z 2017 r. poz. 976), zwanej dalej „ustawą” i jej przepisów wykonawczych.

Zbiorniki pomiarowe do cieczy, z wyłączeniem zbiorników pomiarowych posadowionych na stałe na stacjach paliw płynnych, które stosowane są wyłącznie w celu magazynowania cieczy, podlegają prawnej kontroli metrologicznej w zakresie zatwierdzenia typu, legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej.

Zbiorniki pomiarowe, w wykonaniu jednostkowym, skonstruowanym dla określonego, szczególniego zastosowania, podlegają prawnej kontroli metrologicznej w zakresie legalizacji jednostkowej i legalizacji ponownej.

Wymagania techniczne i metrologiczne, które powinny spełniać zbiorniki

Zbiorniki powinny spełniać wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2008 r. w sprawie wymagań, którym

powinny odpowiadać zbiorniki pomiarowe, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. z 2014 r. poz. 1094), zwanym dalej „rozporządzeniem”.

Przepisy rozporządzenia dotyczą zarówno zbiorników pomiarowych zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych oraz zbiorników pomiarowych posadowionych na stałe.

W dalszej części artykułu zajmiemy się tylko zbiornikami pomiarowymi zainstalowanymi na stałe na pojazdach drogowych, zwanych dalej „zbiornikami”.

Rozporządzenie dotyczy zbiorników służących do pomiaru objętości cieczy, wyposażonych w urządzenie do pomiaru wysokości napełnienia oraz opcjonalnie w przelicznik lub urządzenie do pomiaru temperatury cieczy i urządzenie do pomiaru gęstości cieczy, stanowiących wraz z zainstalowanymi w nich urządzeniami jednolity układ pomiarowy.

W tym miejscu należy zauważyć, iż zgodnie z warunkami właściwego stosowania zbiorników, powinno się te urządzenia stosować do pomiaru objętości cieczy, z wyłączeniem gazów skroplonych. Jednocześnie zbiorniki powinny być stosowane do pomiaru objętości cieczy, których lepkość w temperaturze pomiaru nie przekracza 20 mPa·s.

Zbiorniki mogą być jednokomorowe i wielokomorowe; instalowane na samochodach (autocysternach), przyczepach, naczepach. Pojemność każdej z komór zbiornika wielokomorowego po całkowitym napełnieniu lub opróżnieniu komór sąsiednich może się zmieniać nie więcej niż o $\pm 0,1$ % wartości objętości mierzonej.

Komora zbiornika powinna być wyposażona w miernik, wywzorcowany przed zainstalowaniem w zbiornikach. Miernik powinien być zainstalowany w króćcu pomiarowym. Króćce pomiarowe powinny być umieszczone w połowie długości każdej z komór zbiornika z tolerancją ± 20 mm. Króćce pomiarowe mogą być przedłużone do wnętrza komory zbiornika rurami pomiarowymi z wykonanymi w ich ściankach otworami. Zmiana wysokości odniesienia komory zbiornika spowodowana jej napełnieniem nie może przekraczać większej z następujących wartości 2 mm albo 0,1 % wartości wysokości odniesienia.

Zbiornik powinien być wyposażony w urządzenie do kontroli i regulacji ustawienia, umożliwiające jego wypoziomowanie.

Przepisy rozporządzenia stanowią, iż zbiorniki mogą być wyposażone w instalacje spustowe. W przypadku wyposażenia zbiorników w instalacje, rury wypływowe powinny być pochylone o co najmniej 2° w kierunku zaworu wypływowego. Jednocześnie komora zbiornika powinna być wyposażona w zawór wypływowy stanowiący główne dolne ograniczenie pojemności komory. Rura wypływowa komory zbiornika powinna być wyposażona w przeziernik umieszczony przed zaworem wypływowym, z tym, że wymaganie to nie dotyczy zbiorników przeznaczonych do transportu towarów niebezpiecznych.

Pod względem panującego ciśnienia nad powierzchnią swobodną cieczy wewnątrz zbiornika, podczas pomiaru wysokości napełnienia komory zbiornika, przepisy rozporządzenia wyróżniają zbiorniki bezciśnieniowe, zbiorniki niskociśnieniowe i zbiorniki ciśnieniowe. Pojemności zbiorników niskociśnieniowego i ciśnieniowego odpowiadające najwyższemu dopuszczalnemu poziomowi napełnienia zbiornika, w którego wnętrzu panuje ciśnienie atmosferyczne, po przeprowadzeniu prób ciśnieniowych lub prób szczelności nie mogą zmieniać się po obciążeniu zbiornika przez 24 godziny ciśnieniem dopuszczalnym. Zbiorniki niskociśnieniowe i ciśnieniowe powinny być wyposażone w wywzorcowane manometry o klasie dokładności co najmniej 1.

Na zbiorniku jednokomorowym oraz na każdej z komór zbiornika wielokomorowego powinny być umieszczone określone przepisami wymagane oznaczenia.

Zbiornik powinien być wykonany z materiału (w szczególności ze stali, stopów aluminium), odpornego na warunki otoczenia oraz na działanie cieczy, do pomiaru których został przeznaczony.

Wspomniany powyżej miernik powinien być wyposażony w co najmniej jedno urządzenie wskazujące, które może być wspólne dla kilku elementów detekcji poziomu cieczy. Na urządzeniu wskazującym miernika powinno być umieszczone oznaczenie legalnej jednostki miary długości. Wartość działki elementarnej miernika nie powinna być większa niż 0,1 mm.

W zbiorniku czujnik temperatury powinien być zainstalowany w instalacji spustowej komory zbiornika albo w najniższej części komory zbiornika. Wartość działki elementarnej termometru nie powinna być większa niż $0,1$ °C.

Przelicznik powinien być wyposażony w urządzenia ze wskaźnikami umożliwiające w szczególności odczyt objętości cieczy zawartej w zbiorniku w warunkach bazowych, objętości cieczy zawartej w zbiorniku w warunkach pomiaru, wartości wielkości mierzonej przez współpracujące przyrządy pomiarowe oraz wszystkich wartości wielkości, które nie są mierzone, a są niezbędne do dokonania przeliczeń.

Wymagania w zakresie charakterystyk metrologicznych zbiorników

Błędy graniczne dopuszczalne przy zatwierdzeniu typu i legalizacji zbiorników zainstalowanych na pojazdach drogowych wynoszą:

- $\pm 0,5$ % objętości mierzonej;
- $1/10$ wartości bezwzględnej błędu granicznego dopuszczalnego dla pojemności nominalnej komory – przy sprawdzaniu całkowitego opróżnienia komory.

Jednocześnie przepisy rozporządzenia stanowią, aby bezwzględna wartość błędu granicznego dopuszczalnego przy zatwierdzeniu typu i legalizacji dla objętości mierzonej zawartej w zakresie od objętości równej dawce minimalnej do objętości równej dwukrotności dawki minimalnej nie powinna być mniejsza niż minimalne odchylenie objętości. Minimalne odchylenie objętości to dwukrotność bezwzględnej

wartości błędu granicznego dopuszczalnego przy zatwierdzeniu typu i legalizacji zbiornika zainstalowanego na pojeździe drogowym, określonego dla dawki minimalnej.

Wpływ nachylenia na pomiar objętości nie może przekroczyć większej z następujących wartości:

- objętości równej minimalnemu odchyleniu objętości;
- $\pm 0,3$ % pojemności nominalnej komory.

Błędy graniczne dopuszczalne wskazań miernika przed zainstalowaniem w zbiorniku wynoszą $\pm 0,7$ mm.

Błędy graniczne dopuszczalne przyrządów pomiarowych i urządzeń wchodzących w skład wyposażenia zbiornika wynoszą:

- $\pm 0,5$ °C – dla termometrów;
- $\pm 0,2$ % gęstości pobranej próbki cieczy – dla przyrządów do pomiaru gęstości cieczy;
- $\pm 0,05$ % – dla przeliczników;
- $\pm 0,1^\circ$ – dla urządzeń do kontroli ustawienia zbiornika.

Zbiornik powinien być stosowany do pomiaru objętości w dawkach nie mniejszych niż:

- objętość, która w największym przekroju poziomym danej komory zbiornika zajmuje wysokość 200 mm
i
- objętość, która nie przekracza 3/5 błędu granicznego dopuszczalnego wynoszącego $\pm 0,5$ % objętości mierzonej dla każdego dopuszczalnego pochylenia.

Jeżeli objętość dawki, która została określona w ww. sposób, jest mniejsza niż 1/4 pojemności nominalnej danej komory zbiornika, to dawka minimalna dla tej komory wynosi 1/4 pojemności nominalnej tej komory zbiornika.

Dawki wyraża się w postaci:

- 1×10^n , 2×10^n albo 5×10^n litrów (dm^3), gdzie n jest liczbą całkowitą
i
- wielokrotność 100 litrów (dm^3).

Zatwierdzenie typu i legalizacja jednostkowa zbiorników

Z wnioskiem o zatwierdzenie typu zbiorników może wystąpić producent lub jego upoważniony przedstawiciel.

Tryb zgłaszania przyrządów pomiarowych do prawnej kontroli metrologicznej oraz szczegółowy

sposób przeprowadzenia tej kontroli określa rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 13 kwietnia 2017 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. poz. 969).

Okres ważności zatwierdzenia typu wynosi dziesięć lat, natomiast okres ważności zatwierdzenia typu z ograniczeniami nie może przekraczać 2 lat i może być przedłużony nie więcej niż o 3 lata.

Dowodem legalizacji jednostkowej zbiorników jest świadectwo legalizacji. Okres ważności legalizacji jednostkowej zbiorników wynosi 2 lata.

Legalizacja pierwotna i ponowna zbiorników

Dowodem legalizacji pierwotnej oraz legalizacji ponownej zbiorników jest świadectwo legalizacji. Okres ważności legalizacji pierwotnej zbiorników wynosi 2 lata, natomiast okres ważności legalizacji ponownej tych zbiorników wynosi 25 miesięcy.

Legalizacja pierwotna zbiorników jest dokonywana na wniosek producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela albo importera. Legalizacja ponowna zbiorników jest dokonywana na wniosek użytkownika albo wykonawcy naprawy lub instalacji przyrządu pomiarowego.

Badanie i sprawdzenie zbiorników podczas prawnej kontroli metrologicznej

Dla zbiorników warunki bazowe wynoszą:

- temperatura 15 °C albo 20 °C,
- ciśnienie równe ciśnieniu atmosferycznemu.

Temperatura znamionowa użytkowania zbiorników wynosi od -25 °C do 55 °C.

Prawna kontrola metrologiczna zbiorników powinna być wykonywana w szczególności, gdy temperatura otoczenia wynosi od 10 °C do 30 °C.

Podczas badania typu oraz legalizacji jednostkowej zbiornika należy, oprócz sprawdzenia zgodności dokumentacji zbiornika z wymaganiami rozporządzenia dotyczącymi zbiorników zainstalowanych na pojeździe drogowym, dokonaniem oględzin zewnętrznych zbiornika i sprawdzeniem błędów wskazań dla przyrządów pomiarowych i urządzeń wchodzących w skład wyposażenia zbiornika, napełnić każdą z komór zbiornika cieczą do maksymalnej wysokości napełnienia i wydać z każdej z komór zbiornika ciecz dawkami o objętości zawartej w zakresie od dwukrotności dawki minimalnej do trzykrotności

dawki minimalnej w celu sprawdzenia błędów wskazań objętości mierzonej. Następnie trzeba wydać ciecze z zbiornika dawkami minimalnymi w celu sprawdzenia minimalnego odchylenia objętości, sprawdzić błędy wskazań przy sprawdzaniu całkowitego opróżnienia komory oraz sprawdzić wpływ nachylenia zbiornika na pomiar objętości w czterech pozycjach ukośnych o stanie napełnienia pomiędzy 15 % a 30 % i 70 % a 90 % pojemności nominalnej zbiornika.

Podczas legalizacji pierwotnej i ponownej zbiornika należy sprawdzić wartość dawki minimalnej, błędy wskazań objętości mierzonej poprzez napełnienie każdej komory zbiornika cieczą do maksymalnej wysokości napełnienia i wydanie z każdej komory zbiornika cieczy dawkami o objętości zawartej w zakresie od dwukrotności dawki minimalnej do trzykrotności dawki minimalnej, minimalne odchylenie objętości poprzez napełnienie każdej komory zbiornika cieczą do maksymalnej wysokości napełnienia i wydanie z każdej komory zbiornika cieczy dawkami o objętości dawki minimalnej. Ponadto konieczne jest sprawdzenie błędów wskazań przy sprawdzaniu całkowitego opróżnienia komory, wpływ nachylenia zbiornika na pomiar objętości w czterech pozycjach ukośnych o stanie napełnienia pomiędzy 15 % a 30 % i 70 % a 90 % pojemności nominalnej zbiornika oraz dodatkowo w przypadku legalizacji pierwotnej zgodności wykonania zbiornika z zatwierdzonym typem, spełnienia wymagań rozporządzenia w zakresie określonym w rozdziale 2 dla zbiorników zainstalowanych na pojeździe drogowym oraz błędów wskazań dla przyrządów pomiarowych i urządzeń wchodzących w skład wyposażenia zbiornika.

Zalecenia OIML dla zbiorników zainstalowanych na stałe na pojazdach drogowych

Wymagania dla zbiorników zawarte są w zaleceniach Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej OIML R 80-1 Edition 2009 (E) Road and rail

tankers with level gauging Part 1: Metrological and technical requirements, OIML R 80-2 Edition 2017 (E) Road and rail tankers with level gauging Part 2: Metrological controls and tests oraz OIML R 80-3 Edition 2017 (E) Road and rail tankers with level gauging Part 3: Report format for type evaluation. Zalecenia te dotyczą również drogowych cystern pomiarowych podlegających odrębnie prawnej kontroli metrologicznej.

Podsumowanie

Zbiorniki pomiarowe zainstalowane na stałe na pojazdach drogowych podlegają prawnej kontroli metrologicznej od dnia 23 lutego 2008 r., tj. od daty wejścia w życie przepisów rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2008 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać zbiorniki pomiarowe, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. Nr 21, poz. 125). Prace związane z objęciem tych przyrządów pomiarowych prawną kontrolą metrologiczną, w tym opracowaniem przepisów dla tych przyrządów, zostały rozpoczęte w Głównym Urzędzie Miar w latach 2005–2006. Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2013 r., zmieniającym rozporządzenie w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać zbiorniki pomiarowe, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. poz. 906), które weszło w życie z dniem 24 sierpnia 2013 r., dokonano przeglądu wymagań dla tych przyrządów i dostosowano wymagania na zgodność z ww. zaleceniem OIML R 80-1 Edition 2009 (E). Od 2008 r. Prezes Głównego Urzędu Miar wydał decyzje zatwierdzenia typu dla ww. przyrządów pomiarowych, dla których badania przeprowadził Okręgowy Urząd Miar w Katowicach.

Ustawa Prawo probiercze – refleksje po pięciu latach obowiązywania. Część I

The Hallmarking Law – conclusions after five years since its adoption. Part I

Jacek Motyka, Magdalena Ulaczyk (Okręgowy Urząd Probierczy w Warszawie)

Ze względu na fakt, iż zbliża się planowana od dawna reforma prawna administracji miar, podjęto próbę oceny zmian, jakie przeprowadzono w latach 2011–2012 w polskim prawie probierczym. Niniejszy artykuł, prezentujący zmiany w strukturze organów administracji probierczej oraz nowe rozwiązania prawne, jakie wprowadzono w dziedzinie nadzoru probierczego, stanowi pierwszą część opracowania.

Due to the fact that the long-awaited legal reform of the metrology administration is approaching, authors have made an attempt to evaluate the modifications that have been made in Polish hallmarking legislation in 2011–2012. The present article, which summarizes the changes in the structures of hallmark administration authorities and new legal solutions that have been implemented in hallmark supervision, is the first part of the study.

Uchwalenie w 2011 r. nowych regulacji prawnych w dziedzinie probiernictwa miało na celu dostosowanie systemu administracji probierczej do zmieniających się wymagań rynku złotniczo-jubilerskiego i potrzeb klientów we współczesnych realiach życia gospodarczego w Polsce oraz w ramach wspólnego rynku Unii Europejskiej. Ponadto – zgodnie z zamierzeniami ustawodawcy – wprowadzane regulacje prawne miały ograniczyć ingerencję władzy publicznej w działalność gospodarczą przedsiębiorców, ale nie wszystkie plany w tym zakresie zostały zrealizowane.

Reforma struktury administracji probierczej

Na mocy ustawy z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 886) – w dalszej części tego artykułu nazywanej „ustawą” – przeprowadzono zmiany w strukturze organów administracji probierczej podobne do tych, które obecnie będą dokonywane w terenowej administracji miar.

Ustawa, poprzez likwidację obwodowych urzędów probierczych, zniósła trójstopniowy system organów administracji probierczej, pozostawiając organ centralny – Prezesa Głównego Urzędu Miar oraz dyrektorów okręgowych urzędów probierczych, jako organy pierwszej instancji. Skrócił się dzięki temu

system odwoławczy i uprościły procedury administracyjne. W miejsce likwidowanych urzędów obwodowych, na mocy rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 grudnia 2011 roku, powstały wydziały zamiejscowe okręgowych urzędów probierczych. Ich liczba i lokalizacja odpowiadała liczbie i lokalizacji likwidowanych terenowych urzędów obwodowych. W miejsce obwodowych urzędów w Warszawie i w Krakowie utworzono wydziały techniczne urzędów okręgowych.

Naczelnicy utworzonych wydziałów, którzy wcześniej, jako organy administracji, nie należeli do korpusu służby cywilnej, weszli w jego skład, co wygenerowało konieczność wprowadzenia w stosunku do nich zasad obowiązujących w służbie cywilnej, między innymi systemu ocen okresowych. Żaden z naczelników ani pracowników OUP nie otrzymał w wyniku reformy wypowiedzenia stosunku pracy: informowano ich jedynie na piśmie o przeprowadzonych zmianach organizacyjnych (zgodnie z art. 53 ust. 3 ustawy).

Ze względu na fakt, iż wszystkie decyzje administracyjne przekazano do kompetencji dyrektorów okręgowych urzędów probierczych, musieli oni upoważnić w tym zakresie naczelników wydziałów technicznych i zamiejscowych oraz pracowników wydziału nadzoru. Upoważnienia obejmują zarówno decyzje



Oznaczenie identyfikujące urząd, w którym umieszczono cechę konwencyjną



Wizerunki cechy probierczej podstawowej dla złota próby 0,750 umieszczanej w latach:

1923-1931 1931-1963 1963-1986 1986-2003 2004-obecnie



Litery informują o miejscu umieszczenia cech probierczych:

W - Warszawa K - Kraków Ł - Łódź B - Bydgoszcz

Oznaczenie urzędu, który umieścił cechę

w sprawach badania i oznaczania wyrobów, wydawane na podstawie art. 9 ust. 1 ustawy, jak też decyzje dotyczące rejestru znaków imiennych, o których mowa w art. 19 ust. 8 ustawy. Upoważnienia dotyczą także postanowień i decyzji wydawanych na mocy art. 37 ust. 1 pkt. 1 i 2, podczas kontroli probierczych. W tym zakresie reforma strukturalna spowodowała znaczący wzrost odpowiedzialności organów szczebla okręgowego – w odniesieniu do liczby wydawanych decyzji, ich rangi oraz konsekwencji ekonomicznych i prawnych, a także wielkości obszaru terytorialnego, na którym są wydawane.

Oceniając po przeszło pięciu latach przeprowadzone zmiany strukturalne można stwierdzić, iż w praktyce nie spowodowały one wielkiej rewolucji. Największym problemem na etapie wdrażania prawa były opóźnienia w wydaniu aktów wykonawczych, które mogły spowodować konsekwencje formalno-prawne. Rozporządzenie Ministra Finansów w sprawie wysokości opłat za czynności organów administracji probierczej oraz trybu ich pobierania weszło w życie dopiero we wrześniu 2012 roku, po prawie dziesięciu miesiącach obowiązywania ustawy, co wywołało sytuację, w której przez długi czas nie można było pobierać opłat za czynności dotyczące rejestracji znaków imiennych. Czynności te po wejściu w życie ustawy stały się odpłatne, a wcześniej wykonywano je bezpłatnie.

Żadne z rozporządzeń do ustawy nie określiło właściwości terytorialnej wydziałów zamiejscowych.

Właściwość ta dotyczy tylko okręgowych urzędów probierczych, nie wykracza poza zasięg województw i nie została podczas reformy zmieniona w stosunku do obszarów określonych wcześniejszymi przepisami (zarządzenia Prezesa GUM z końca lat 90). W praktyce właściwość miejscowa dotyczy tylko sprawy rejestracji znaków imiennych oraz zagadnień związanych z nadzorem probierczym. W art. 19 ust. 3 ustawy Prawo probiercze użyte jest sformułowanie: „rejestr jest prowadzony przez **właściwego** dyrektora okręgowego urzędu probierczego”, a w artykule 37 ust. 1 – przy opisie procedury wycofania z obrotu i zabezpieczenia wyrobów znajduje się sformułowanie: „dostarczenie do **właściwego** okręgowego urzędu probierczego”.

Przepisy obowiązującego prawa nie uzależniają miejsca zgłaszania wyrobów z metali szlachetnych do badania i oznaczania w konkretnych urzędach od lokalizacji prowadzenia działalności gospodarczej i możliwy jest wybór urzędu, z czego klienci OUP chętnie korzystają, poszukując miejsca (wydziału), w którym są najkrótsze terminy realizacji zleceń.

W nowej strukturze administracyjnej zachowano tradycyjną symbolikę literową, stosowaną do oznaczania urzędu probierczego (obecnie wydziału), w którym zbadano wyrób i umieszczono cechę. Litery przypisane poszczególnym wydziałom znajdują się w wizerunku cechy podstawowej oraz cechy umieszczonej obok wspólnej cechy kontroli – CCM (cechy Konwencji Wiedeńskiej).

Regulacje dotyczące nadzoru probierczego

W wyniku dokonanych zmian prawnych, działania organów administracji probierczej zostały ściślej wprowadzone w tryby postępowania określonego w Kodeksie postępowania administracyjnego. Gwarantuje to ochronę interesów stron uczestniczących w postępowaniu przed organami administracji probierczej i sprzyja praktycznemu stosowaniu zasady praworządności, wyrażonej w Konstytucji RP oraz aktach prawnych niższego rzędu, a także umożliwia klientom urzędów probierczych stosowanie postępowania odwoławczego.

Regulacje prawne dotyczące zasad sprawowania nadzoru, w tym zasady przeprowadzenia kontroli, ustawodawca przeniósł z aktu prawnego niższego rzędu – rozporządzenia – do aktu wyższego rzędu – ustawy. Znajdują się one w rozdziale 6. Nadanie tym normom prawnym rangi ustawowej w znacznym stopniu przyczyniło się do podniesienia znaczenia funkcji nadzorczo-kontrolnej organów administracji probierczej.

Funkcja ta została również wyraźnie podkreślona w art. 27 ust. 1 ustawy, który wymienia nadzór nad rynkiem metali szlachetnych, jako jedno z głównych zadań państwa w dziedzinie probiernictwa, obok badania i oznaczania wyrobów z metali szlachetnych i wyrobów zawierających metale szlachetne.

Przepisy ustawy dotyczące zasad przeprowadzania kontroli zostały dostosowane do wymogów postępowania administracyjnego. Wprowadzono konieczność wydawania decyzji administracyjnych lub postanowień w toku kontroli. Wycofanie z obrotu wyrobów z metali szlachetnych nieoznaczonych cechami probierczymi albo nieposiadających świadectwa badania może się obecnie odbyć wyłącznie w drodze decyzji administracyjnej, natomiast zabezpieczenie wyrobów oznaczonych cechami, których autentyczność budzi wątpliwości, w formie postanowienia. Tego rodzaju rozwiązania stanowią niewątpliwie wzmocnienie praw klientów urzędów probierczych, bowiem kontrolowany przedsiębiorca, jako strona postępowania kontrolnego niezadowolona z rozstrzygnięcia, ma możliwość wykorzystania środków odwoławczych (np. wniesienia odwołania do organu wyższego stopnia, czyli Prezesa Głównego Urzędu Miar), przewidzianych przepisami k.p.a.

Szczegółowa regulacja, między innymi funkcji nadzorczej organów administracji probierczej,



**DYREKTOR
OKRĘGOWEGO URZĘDU PROBIERCZEGO**
W

dnia

OUP – /

DECYZJA
O DOKONANIU WPISU ZNAKU IMIENNEGO DO REJESTRU

Na podstawie art. 19 ust. 8 ustawy z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (tekst jedn.: Dz. U. z 2017 r. poz. 886) po rozpatrzeniu wniosku:

Adam Bednarski
ul. 00–000

nadaje się numer ewidencyjny:

12 345

oraz dokonuje się wpisu do rejestru znaku(ów) imiennych:



UZASADNIENIE
Projekt graficzny znaku imiennego spełnia warunki określone w art. 19 ust. 6 ustawy z dnia 1 kwietnia 2011 r. Prawo probiercze (tekst jedn.: Dz. U. z 2017 r. poz. 886), to jest pozwala na jednoznaczny identyfikację podmiotu dokonującego zgłoszenia tego znaku do rejestru i nie jest podobny do znaku wpisanego wcześniej do rejestru znaków imiennych.

**Dyrektor
Okręgowego Urzędu Probierczego**
W

Pouczenie:
Od niniejszej decyzji służy prawo wniesienia odwołania do Prezesa Głównego Urzędu Miar za pośrednictwem Dyrektora Okręgowego Urzędu Probierczego w Warszawie w terminie 14 dni od dnia doręczenia decyzji stronie.
Podmiot dokonujący wpisu znaku do rejestru jest zobowiązany do zawiadomienia Dyrektora Okręgowego Urzędu Probierczego w Warszawie o zmianach danych objętych wpisem do rejestru znaków imiennych, w terminie miesiąca od powstania tych zmian.

w akcie rangi ustawowej, ułatwiła dostęp informacyjny do obowiązujących przepisów i w znaczącym stopniu przyczyniła się do poszerzenia znajomości obowiązującego prawa probierczego wśród szerokiego kręgu zainteresowanych przedsiębiorców.

Rejestr znaków imiennych

Po wejściu w życie przepisów ustawy, prowadzoną w urzędach probierczych ewidencję znaków imiennych zastąpił rejestr tych znaków. W treści ustawy, w sposób szczegółowy, uregulowano zasady wpisywania znaków do rejestru, co odbywa się na podstawie decyzji administracyjnej.

Nowością w systemie rejestracji znaków imiennych, dotychczas nieznaną w polskim prawie probierczym, jest obowiązek zgłaszania do rejestru znaków, które muszą być umieszczone na wyrobach wytworzonych poza granicami Polski, zwolnionych z obowiązku badania w urzędach probierczych ze względu na małą masę (1 gram dla wyrobów ze stopów złota i platyny i 5 gramów dla wyrobów ze stopów srebra). Wprowadzenie tego obowiązku przyczyniło się do większej ochrony konsumentów, ponieważ w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości co do próby,

klienci mogą dochodzić swoich praw od konkretnego podmiotu, którego identyfikacji można dokonać na podstawie umieszczonego na wyrobie imiennika.

Rejestr znaków imiennych, do którego z mocy ustawy weszły wszystkie znaki wcześniej zaewidencjonowane, prowadzony jest wspólnie przez dyrektorów obydwu okręgowych urzędów probierczych. Zmiany w zasadach ewidencjonowania i dokumentowania znaków imiennych oraz ustawowo określona jawność rejestru pozytywnie wpływają na skuteczny nadzór i ochronę konsumentów, ponieważ ułatwiają uzyskiwanie informacji o przedsiębiorcach oraz ich identyfikację.

Wprowadzenie do ustawy przepisów dostosowujących tryb działania organów administracji probierczej do wymogów prawa administracyjnego, spowodowało wzrost liczby tworzonych i wydawanych dokumentów. Każda czynność wykonywana w ramach kontroli probierczej albo dokonania wpisu znaku imiennego do rejestru znaków imiennych musi być potwierdzona odpowiednim aktem w formie pisemnej – decyzją administracyjną albo postanowieniem. Zwiększa to pracochłonność, ale porządkuje sytuację prawną stron.

Słabości systemu prawnego w dziedzinie nadzoru probierczego – obszary prawa do nowelizacji

Powiadamianie o kontrolach

W art. 44 ustawa Prawo probiercze zawiera normę ogólną, która stanowi, że do kontroli działalności gospodarczej przedsiębiorcy stosuje się przepis rozdziału 5 ustawy o swobodzie działalności gospodarczej. Zastosowanie uregulowań tej ustawy w praktyce kontrolnej organów administracji probierczej, zwłaszcza przepisu o konieczności zawiadamiania o zamiarze przeprowadzenia kontroli, jest sporym utrudnieniem dla zespołów kontrolujących, działających z upoważnienia dyrektorów okręgowych urzędów probierczych, bowiem wpływa negatywnie na efektywność kontroli i zmniejsza ich skuteczność.

Konieczność zawiadamiania kontrolowanego w sposób szczególny utrudnia kontrolę obrotu wyrobami z metali szlachetnych, dokonywanego na stoiskach sezonowych oraz podczas giełd, targów i wystaw branżowych, czyli w placówkach, w których skala popełnianych wykroczeń jest największa.



Podrobiona sztabka platynowa

W takich przypadkach praktycznie nie jest możliwe zawiadomienie przedsiębiorców o zamiarze przeprowadzenia kontroli, gdyż brakuje źródła informacji o prowadzeniu działalności w takim miejscu.

Specyfiką kontroli probierczych jest krótkotrwałe przeprowadzenie oględzin wyrobów oraz znajdujących się na nich cech i oznaczeń probierczych, w związku z tym nie wymagają one złożonych czynności przygotowawczych ze strony kontrolowanych, jak to ma miejsce np. podczas kontroli skarbowej.

Głównym argumentem przemawiającym za zniesieniem obowiązku zawiadamiania o zamiarze przeprowadzenia kontroli działalności przedsiębiorcy jest fakt, że kontrolowany może łatwo ukryć dowody naruszeń prawa, a po zakończeniu czynności kontrolnych natychmiast wrócić do niedozwolonych praktyk, czyli ponownie wprowadzać do obrotu wyrobę z metali szlachetnych bez wymaganych prawem cech i oznaczeń probierczych. Takie działania znacząco osłabiają bezpieczeństwo obrotu, skuteczność przeprowadzanych kontroli oraz narażają konsumentów na straty finansowe, wywołane możliwością dokonania zakupu wyrobów nie zbadanych w urzędzie probierczym.

Sankcje za wykroczenia

Słabością systemu kontroli są także ograniczone możliwości stosowania sankcji karnych za stwierdzone naruszenia prawa probierczego. W obecnym stanie prawnym, za wykroczenia, które wymienia ustawa, podstawową sankcją jest nałożenie grzywny w drodze mandatu karnego w wysokości nie przekraczającej

kwoty 500 zł za jedno wykroczenie. Często jest to kara zbyt niska, nieadekwatna do ciężaru stwierdzonych wykroczeń.

W przyszłych uregulowaniach prawnych należy rozważyć zmianę katalogu możliwych sankcji karnych, a także ich wysokości i powiązać je choćby z wartością wyrobów nieprawidłowo wprowadzanych do obrotu. W wielu krajach, w ramach nadzoru probierczego, nakładane są kary administracyjne, co znacznie poprawia skuteczność kontroli.

Zabezpieczanie wyrobów i przeprowadzanie ekspertyz dotyczących zgodności z próbą

Nową instytucją prawną w dziedzinie nadzoru jest możliwość zabezpieczenia wyrobów, które są ustawowo zwolnione z obowiązku oznaczania w urzędach probierczych, ze względu na małą masę. Są one wprowadzane do obrotu z metkami informującymi o próbach i zespół kontrolujący, na podstawie postanowienia o zabezpieczeniu, ma prawo skierować je do ekspertyzy w urzędzie probierczym. Niestety, nie wydano żadnych innych przepisów regulujących tryb działania w takich przypadkach i określających kryteria, na podstawie których można wydawać tego rodzaju postanowienia. Nie uregulowano również procedury postępowania z wyrobami, które po ekspertyzie wykazały zgodność prób z oznaczeniami na metkach. Przedsiębiorcy mogą domagać się odszkodowań za uszkodzenie wyrobów podczas badań oraz za utracone korzyści, w związku z opóźnieniem chwili sprzedaży przedmiotów zabezpieczanych do ekspertyzy. Obawy przed konsekwencjami prawnymi, a przede wszystkim kosztami, jakie mogą być ponoszone, powodują sytuację, w której w praktyce zespoły kontrolne nie korzystają z tego rodzaju możliwości i postanowienia o zabezpieczeniu wydawane są tylko w przypadkach podejrzenia o fałszerstwo cech probierczych.

Kontrola obrotu internetowego

Słabością przepisów dotyczących nadzoru w ustawie jest brak uregulowań, które pozwoliłyby na prowadzenie skutecznej kontroli nad obrotem wyrobami z metali szlachetnych, prowadzonym za pośrednictwem stron internetowych lub platform sprzedażowych, a według różnych danych szacunkowych obejmuje on około 60 % rynku.

Jednym z czynników przyczyniających się do występowania oszustw i fałszerstw spotykanych w Internecie jest niedostateczny nadzór probierczy nad rynkiem „e-commerce”, wynikający z braku skutecznych narzędzi kontrolnych możliwych do zastosowania. Mało skuteczny nadzór powoduje, że nieuczciwi handlowcy czują się bezpiecznie i bezkarnie.

Prowadzenie obrotu wyrobami z metali szlachetnych wyłącznie na platformie internetowej znacznie ogranicza możliwość podejmowania przez organy administracji probierczej czynności kontrolnych oraz nakładanie określonych w prawie sankcji za wykroczenia, ponieważ aby stwierdzić, z jakiego metalu wykonane są wyroby i jak zostały oznaczone, należy je poddać oględzinom oraz badaniom określającym próbę. Oznacza to, iż kontrolujący chcąc ustalić, czy popełniono wykroczenie, czy przestępstwo, musi otrzymać wyrób do ręki, a nie posiada on uprawnień do dokonywania tzw. zakupu kontrolowanego.

Z treści skarg klientów wynika, że podczas sprzedaży wyrobów z metali szlachetnych w Internecie występuje szereg nieprawidłowości, w szczególności takich jak:

- sprzedaż wyrobów z metali szlachetnych nie posiadających wymaganych prawem oznaczeń;
- sprzedaż przedmiotów wykonanych z metali nie-szlachetnych jako wyrobów ze złota lub srebra;
- sprzedaż wyrobów z metali szlachetnych o niższej niż podawana próbie;
- sprzedaż wyrobów z podrobionymi znakami towarowymi światowych marek;
- sprzedaż wyrobów wykonanych wspólnie, jako antyków, z podrobionymi cechami probierczymi i znakami wytwórców.

Wymienione wyżej, niezgodne z prawem praktyki, wyczerpują znamiona czynów niedozwolonych określonych nie tylko w ustawie Prawo probiercze, ale także w ustawie o swobodzie działalności gospodarczej i Kodeksie karnym. Są to również działania stanowiące nieuczciwą konkurencję wobec przedsiębiorców prowadzących obrót handlowy metodami tradycyjnymi.

Potencjalni klienci są zazwyczaj kuszeni przez sprzedawców wyjątkowo niską ceną, konkurencyjną w stosunku do cen wyrobów sprzedawanych w sposób tradycyjny oraz nieprawdziwą informacją o próbie wyrobu (z reguły zawyżoną), jak również rzekomą znaną i cenioną marką towaru. Przeciętny

konsument, kupując biżuterię w internecie, jest przekonany, że staje się nabywcą okazjnie kupionego wyrobu, wykonanego z metalu szlachetnego, a w rzeczywistości otrzymuje przedmiot jedynie z wyglądu przypominający biżuterię złotą lub srebrną.

Ze względu na elektroniczną formę sprzedaży, nieograniczony zasięg terytorialny prowadzonych działań, duży krąg klientów stron internetowych, a także stale narastającą skalę opisanego wyżej procederu, wskazane jest podjęcie szeroko zakrojonych działań przez instytucje państwowe odpowiedzialne za ochronę konsumenta i rynku, w celu jego ograniczenia. Konieczne są regulacje prawne, które stworzą podstawę i uprawnienia do tego rodzaju działań.

Kontrola sztabek inwestycyjnych

Kolejnym problemem, który ustawodawca powinien rozważyć, nowelizując prawo probiercze, jest konieczność objęcia nadzorem ze strony organów administracji probierczej przetwórstwa i obrotu sztabkami inwestycyjnymi (głównie wytwarzanych ze złota lub platyny), gdyż jest to dziedzina obarczona

wysokim ryzykiem fałszerstw. W myśl aktualnych przepisów przedmioty takie nie są traktowane jak wyroby, lecz jak surowiec, który nie podlega obowiązkowi badania i oznaczania cechami probierczymi. W obszarze obrotu metalami inwestycyjnymi stroną pokrzywdzoną bywa również skarb państwa, bowiem brak odpowiednich przepisów prawnych ułatwia transakcje handlowe przeprowadzane z naruszeniem przepisów skarbowych. W tej dziedzinie, poza regulacją prawa, konieczna jest ścisła współpraca różnych organów kontrolnych: administracji skarbowej, celnej, probierczej oraz inspekcji handlowej.

Wprowadzenie do ustawy Prawo probiercze nowych uregulowań umożliwiających skuteczniejszy niż dotychczas nadzór organów administracji probierczej nad stale powiększającym się obrotem wyrobami i przedmiotami z metali szlachetnych – w różnych postaciach i w różnych obszarach handlowych – pozwoli na pełniejszą ochronę interesów konsumentów, jak również przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa obrotu oraz eliminacji nieuczciwej konkurencji i nieuczciwych praktyk.

Ewolucja mierników prędkości – od wskazówki do lasera

Evolution of speedometers – from needle to a laser

Mariusz Dawidowski, Anna Kulesza-Mincer, Waldemar Owczarek (OUM Warszawa)

Przedmiotem artykułu jest przegląd mierników prędkości, poczynając od wprowadzonego w 1906 roku sekundomierza, przez bardziej zaawansowane rozwiązanie, jak rejestrator prędkości, telemobiloskop, radar, po laser. Nakreślono pokrótce tło historyczne oraz omówiono zasady funkcjonowania poszczególnych przyrządów. W publikacji przedstawiono również obowiązujące obecnie zasady legalizacji mierników prędkości.

This article contains an overview of speedometers, dating back to 1906 when a stopwatch was introduced, which led to a more advanced solution such as speed recorder, telemobiloscope, radar and finally laser. The historical background as well as the mode of operation of the individual instruments are briefly outlined. The study also outlines the current rules for the validation of speedometers.

Wprowadzenie ograniczeń prędkości zobligowało do sprawdzania ich przestrzegania. Pierwszym znanym miernikiem użytym do kontrolowania prędkości pojazdów był sekundomierz, który na użytek amerykańskiej policji został zatwierdzony przez sąd i wprowadzony w 1906 roku. Funkcjonariusz sprawdzał czas przejazdu pojazdu między dwoma punktami oddalonymi między sobą o znany dystans. Dzięki temu mógł wyliczyć prędkość, stosując wzór:

$$v = s/t$$

gdzie: v – prędkość, s – droga i t – czas.

Zaawansowanym rozwiązaniem technicznym był wprowadzony w 1910 roku rejestrator prędkości. Urządzenie składało się z aparatu fotograficznego zsynchronizowanego z sekundomierzem. Rejestrator wykonywał dwa zdjęcia. Dzięki temu można było stwierdzić, w jakim czasie sfotografowany pojazd przejechał określony dystans i jaką miał prędkość. Niestety brak jest zdjęć tego urządzenia, dostępny jest jedynie jego opis w amerykańskiej gazecie „The Sun” z 25 lutego 1910 roku. Przedstawiono w niej zasadę działania urządzenia oraz pierwszego sfotografowanego i skazanego za przekroczenie prędkości „użytkownika szos”.



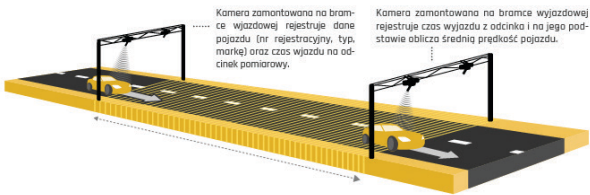
Fot. 1. Sekundomierz z 1906 roku (źródło: google.com)

Takie rozwiązanie, oczywiście nowocześniejsze, stosuje się do dziś na przykład w odcinkowych pomiarach prędkości. Zasada ich działania polega na wyliczeniu średniej prędkości pojazdu poprzez pomiar czasu przejazdu na danym odcinku drogi.

Szczegółowe objaśnienie funkcjonowania odcinkowych pomiarów prędkości opisane jest w numerze 4/2014 Biuletynu Głównego Urzędu Miar „Metrologia i Probiernictwo”.



Fot. 2. Wycinek z gazety „The Sun” 25 lutego 1910 r. (źródło: <http://chroniclingamerica.loc.gov>)



Fot. 3. Zasada działania odcinkowego pomiaru prędkości
(źródło: <http://www.canard.gitd.gov.pl>)

Jednak historia kontroli prędkości to historia RADARu – najczęściej stosowanego przez funkcjonariuszy mundurowych na całym świecie miernika prędkości. RADAR to skrót od **R**adio **D**etection **A**nd **R**anging, co oznacza radiowe wykrywanie i namierzanie. Do wykrywania obiektów wykorzystuje się zjawisko odbicia fal radiowych (najczęściej w tym celu korzysta się z pasma mikrofal) od wykrywanych obiektów lub fal wysyłanych przez te obiekty. W radarze aktywnym nadajnik radaru emituje wiązkę promieniowania oświetlającą badany obszar, sygnał odbija się od obiektu i odbierany jest w odbiorniku znajdującym się zazwyczaj w tym samym miejscu, co nadajnik. Jako sygnał sondujący można stosować krótkie impulsy o dużej mocy (w radarze impulsowym) lub stosować falę ciągłą (w radarach policyjnych, radarach FMCW i radarach szumowych).

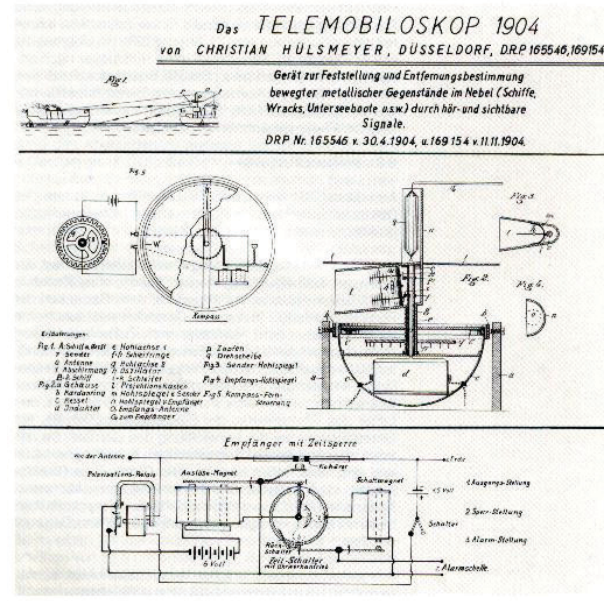
Pierwszym urządzeniem wykorzystującym fale radiowe do wykrywania obiektów metalowych był telemobiloskop, opatentowany w 1904 roku przez



Fot. 4. Pierwsze urządzenie radarowe – „Telemobiloskop”,
Deutsches Museum



Fot. 5. Christian Hülsmeyer
(źródło: <http://www.radarworld.org/huelsmeyer>)



Fot. 6. Opis działania telemobiloskopu
(źródło: <http://www.radarworld.org/huelsmeyer>)

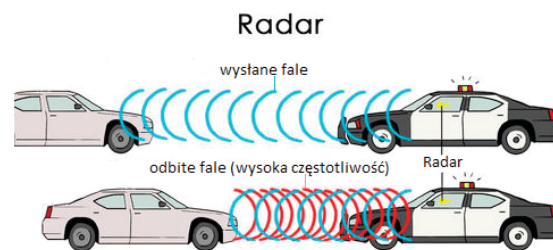
niemieckiego fizyka i wynalazcę Christiana Hülsmeyera. Stworzył on to urządzenie jako antykolidyjne dla obiektów pływających.

Gwałtowny rozwój technologii fal radiowych miał miejsce podczas II wojny światowej. Rozwijany był na potrzeby militarne przez takie kraje jak Stany Zjednoczone, Wielką Brytanię czy Niemcy. Funkcję, jaką miały spełniać, to wykrywanie obiektów militarnych wroga.

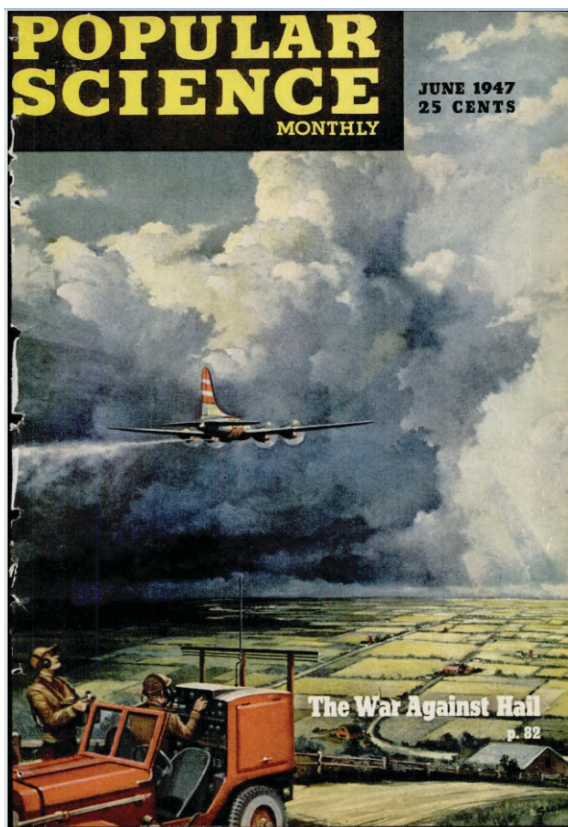
Radary policyjne wykorzystują efekt Dopplera i są nazywane radarami dopplerowskimi.

Efekt Dopplera (zjawisko Dopplera) to zjawisko fizyczne, które zachodzi między źródłem fali (np. dźwiękowej) a jej odbiornikiem. Polega ono na tym, że wzajemna zmiana położenia źródła fali i jej odbiornika powoduje zmianę częstotliwości fali. To znaczy: gdy odległość między źródłem a odbiornikiem fali rośnie, to częstotliwość fali maleje i odwrotnie.

Pierwsze udokumentowane użycie radaru policyjnego zostało przedstawione w miesięczniku „Popular Science” z czerwca 1947 roku.



Fot. 7. Efekt Dopplera
(źródło: <https://vram29.wordpress.com/2015/04/16/week-12-final-project/>)



Fot. 8. Okładka czasopisma „Popular Science”, czerwiec 1947 r.

Radary te były duże, montowane na zewnątrz radiowożu. Dodatkowo miały otwarty pojemnik na tusz, co uniemożliwiało ewentualny pościg.

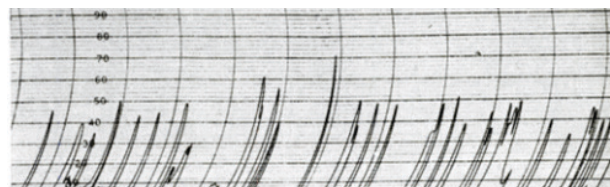
Obecnie radary są małe i poręczne.

Niestety, przyrządy radarowe do pomiaru prędkości budzą w naszym kraju kontrowersje. Zarzutem, jaki się im stawia jest to, że nie spełniają wytycznych Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 17 lutego 2014 roku w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać przyrządy do pomiaru prędkości pojazdów w ruchu drogowym oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli tych przyrządów. Zgodnie z nim miernik powinien jednoznacznie wskazywać, którego pojazdu dotyczy prędkość wyświetlana na ekranie. Oczywiście istnieje możliwość rozbudowy radaru o funkcję foto-radaru czy też wideoradaru.

Kolejnym zastrzeżeniem jest to, że radary mają szeroki zakres pomiaru i mierzą najszybciej jadący pojazd. Zgodnie z instrukcją urządzenia ISKRA-1 radar ten dokonuje pomiaru prędkości pojazdu najszybciej jadącego w grupie lub na ich tle, o ile prędkość mierzonego pojazdu (motocykla) jest wyższa o 4 km/h od pozostałych pojazdów (automatycznie wylicza najszybszą prędkość bez potrzeby stosowania



Fot. 9. Policyjny radar i zasada działania w praktyce, (źródło: „Popular Science”, czerwiec 1947 r.)



Fot. 10. Wydruk z pomiaru prędkości, (źródło: „Popular Science”, czerwiec 1947 r.)

celowników optycznych). Oczywiście korzystanie z ręcznych radarów ściśle według instrukcji użytkowania eliminuje większość błędów pomiaru prędkości, czyli wiele zależy od operatora urządzenia.

Na potrzeby dokładnego kontrolowania prędkości „bater” na piratów drogowych stało się światło, a dokładnie laser. Skonstruowano urządzenie, którego skrót LIDAR znaczy **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging, czyli wykrywanie i namierzanie światłem. LIDAR działa na tej samej zasadzie co RADAR, lecz zamiast mikrofal urządzenie wykorzystuje promieniowanie laserowe. LIDAR mierzy czas odbitych impulsów od



Fot. 11. Ręczny radar ISKRA-1 (źródło: <http://www.beltronics.pl>)

kontrolowanego pojazdu. Umożliwia to zmierzenie odległości obiektu od urządzenia. Przy wykonaniu serii pomiarów odległości i czasu pomiędzy tymi pomiarami urządzenie oblicza prędkość kontrolowanego pojazdu. Z racji tego, że w LIDAR-ze zastosowano laser, dokładność pomiarów prędkości pojazdów przewyższa znacząco tę przy kontrolowaniu jej przez RADAR-y. Przede wszystkim wąska wiązka światła pozwala poprawnie zidentyfikować cel. Dodatkowo najnowocześniejsze LIDAR-y nie tylko mierzą prędkość, ale wyposażone są w aparat cyfrowy, a także kamerę wideo. Daje to możliwość rejestracji ewentualnego wykroczenia, z dokładnym wskazaniem miejsca trafienia wiązki laserowej w kontrolowanym pojeździe. Takie rozwiązanie zastosowano na przykład w urządzeniu LTI 20/20 TruCAM.

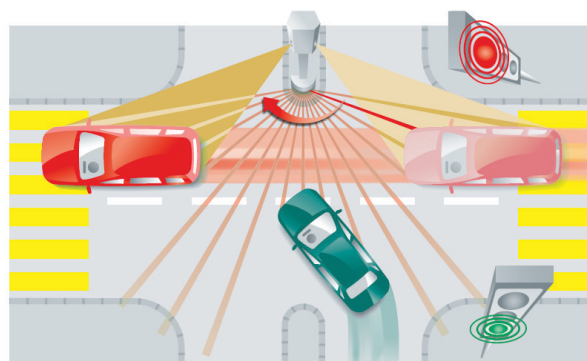
Laserowe mierniki prędkości to przyszłość kontroli. Najważniejszą ich cechą jest szybkość pomiaru. Ta właściwość ma zastosowanie w tak zwanych skanerach laserowych. Urządzenie wysyła pulsacyjnie wiązkę lasera, która jednocześnie jest przesuwana z bardzo dużą prędkością obrotową w zakresie 180° względem osi skanera. Wiązka lasera, gdy natrafi na obiekt, odbija się i wraca do urządzenia, gdzie jest



Fot. 12. Laserowy miernik prędkości LTI 20/20 TruCAM
(źródło: <http://envisystem.com>)

zarejestrowana. Na podstawie sekwencji otrzymanych impulsów zostaje wyliczony kontur obiektu, jego kierunek ruchu i prędkość.

Dzięki zastosowaniu najnowszych technologii oraz odpowiedniego oprogramowania możliwe jest precyzyjne monitorowanie każdego obiektu znajdującego się w polu widzenia skanera. Zapewnia to precyzyjną informację o uczestnikach ruchu, nie tylko pojazdów mechanicznych, ale również pieszych. Przy



Fot. 13. Skaner laserowy (źródło: Federal Institute of Metrology METAS)

zastosowaniu transmisji w trybie rzeczywistym istnieje możliwość rejestrowania, oprócz przewinień, również ewentualnych utrudnień na drodze, na przykład zatorów ulicznych.

Przykładem skanerów laserowych, dostępnych na polskim rynku, są urządzenia z systemem PoliScan^{speed}. Są dwie wersje: przenośna oraz stacjonarna.

Oba warianty tych systemów dokonują jednocześnie pomiaru prędkości wielu pojazdów na różnych pasach jezdni. Wykroczenia są przypisywane do konkretnych pojazdów, nawet jeśli znajdują się obok siebie.



Fot. 14. PoliScan^{speed} wersja mobilna (źródło: www.vitronic.com)



Fot. 15. PoliScan^{speed} wersja stacjonarna (źródło: www.vitronic.com)

A jak przebiega legalizacja mierników prędkości?

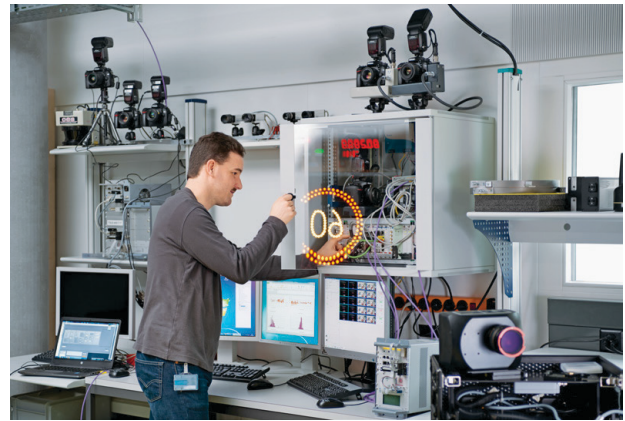
Do 2014 roku, przed zmianą Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 9 listopada 2007 roku, legalizacja mierników przeprowadzana była w warunkach odniesienia, czyli w laboratorium oraz w znamionowych warunkach użytkowania – dla co najmniej 10 pomiarów różnych prędkości w zakresie pomiarowym przyrządu. Sprawdzenie w laboratorium polegało na podłączeniu prędkościomierza do symulatora prędkości i skontrolowanie miernika prędkości w pełnym zakresie pomiarowym.

Obecnie, po zmianie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 6 marca 2014 roku, sprawdzenie mierników prędkości w laboratorium odbywa się tylko przy zatwierdzeniu typu. Przeprowadzenie legalizacji pierwotnej lub ponownej przeprowadza się wyłącznie w warunkach znamionowych użytkowania. Polega to na sprawdzeniu czy wartości błędów pomiarowych, dla co najmniej 10 pomiarów różnych prędkości w zakresie pomiarowym przyrządu dla każdego mierzzonego kierunku ruchu pojazdów, nie przekraczają wartości błędów granicznych. Wartości te to: ± 3 km/h – dla prędkości do 100 km/h oraz ± 3 % wartości mierzonej – dla prędkości powyżej 100 km/h.

Jak to wygląda w urzędach miar za granicą?

Na przykład Laboratorium Ruchu Drogowego szwajcarskiego Federal Institute of Metrology METAS sprawdza mierniki prędkości w laboratorium. Rozwiązanie takie jest podyktowane tym, że pomiary w ruchu drogowym są drogie i niebezpieczne. Drogie, ponieważ wiąże się to z zamknięciem drogi i wynajęciem odpowiednich służb. Niebezpieczne, gdyż należy osiągnąć wysokie prędkości przejazdu. Przeprowadzenie kontroli w laboratorium umożliwia bezpieczne sprawdzenie mierników prędkości w pełnym zakresie pomiarowym, niedostępnym w ruchu drogowym. W tym celu Laboratorium Ruchu Drogowego opracowało specjalny system symulacji ruchu drogowego. W takich symulacjach można wybrać cały zakres prędkości i kategorie pojazdu oraz powtarzalność identycznych warunków pomiarowych.

Dobrym rozwiązaniem byłoby wprowadzenie takiego sposobu sprawdzania mierników prędkości w Polsce. Na początku prędkościomierz można by skontrolować w laboratorium w całym zakresie,



Fot. 16. Laboratorium Ruchu Drogowego

(źródło: <https://www.metas.ch>)

a następnie w ruchu miejskim, ale już tylko przy prędkościach bezpiecznych, bez zamykania drogi. Jeżeli błędy wskazań pokrywałyby się z tymi ze sprawdzenia w laboratorium, to znaczy, że miernik prędkości jest sprawny w całym zakresie.

Należy też pamiętać, że stosowanie najnowszych technologii przy rejestracji wykroczeń nie zwalnia użytkownika od pracy zgodnie z instrukcją obsługi. Dlatego też, według programu szkolenia funkcjonariuszy amerykańskiej drogówki, jeżeli istnieje jakakolwiek wątpliwość dotycząca prędkości wskazanej przez miernik, to nie podejmuje się żadnych czynności.

Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Fizyka. T. II. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1972.
- [2] Urządzenie radarowe do pomiaru prędkości środków transportu ISKRA-1, Opis urządzenia, Instrukcja obsługi, Puszczykowo, kwiecień 2008.
- [3] Encyklopedia nowej generacji. E2.0, Wydawnictwo naukowe PWN, 2008.
- [4] Understanding Police Traffic RADAR & LIDAR, Revised edition 2016, published by Law Enforcement Services.
- [5] Basic training in speed measurement, Illinois Department of State Police Academy, 1992.
- [6] Popular Science, June 1947.
- [7] OIML Bulletin Nr 1, January 2015.
- [8] <http://www.canard.gitd.gov.pl>.
- [9] <https://www.metas.ch>.
- [10] <http://www.lawenforcementservices.biz>.
- [11] <http://radarworld.org/huelsmeyer>.
- [12] <https://vram29.wordpress.com/2015/04/16/week-12-final-project/>.
- [13] <https://en.wikipedia.org>.
- [14] <http://www.lasertech.com>.
- [15] <https://www.vitronic.com>.

W świecie metrologii akustycznej

In acoustic metrology world

O historii metrologii akustycznej, wzorcach ciśnienia akustycznego, przyrządach i metodach pomiarowych, a także o perspektywach rozwoju akustyki w GUM rozmawiamy z dr inż. Danutą Dobrowolską, kierownikiem Laboratorium Akustyki GUM.

The GUM Bulletin talks to dr Danuta Dobrowolska, the head of Acoustic Laboratory. The main topics of the interview are: the history of acoustic metrology, the acoustic pressure standards, the instruments and the measurement methods, as well as the prospects of acoustic development as a metrology area in polish NMI.

Red. Biuletynu GUM: – Zacznijmy od historii. Od kiedy możemy mówić o pomiarach w akustyce? Kiedy pojawiły się pierwsze wzorce i jak zmieniały się na przestrzeni lat?

Danuta Dobrowolska: – Akustyka, jako nauka zajmująca się powstawaniem i propagacją fal akustycznych, a także ich oddziaływaniem na człowieka, jest najstarszą dziedziną fizyki. Już w starożytności wykorzystywano zjawiska akustyczne do uzyskiwania dobrych warunków słyszalności w amfiteatrach, budowano instrumenty muzyczne. Potrzeba wykonywania pomiarów akustycznych pojawiła się wraz z szybkim rozwojem przemysłu, motoryzacji, transportu kolejowego i lotniczego po zakończeniu II wojny światowej. Towarzyszył temu coraz większy hałas na stanowiskach pracy i w środowisku naturalnym, coraz większe grupy ludzi były narażone na jego uciążliwe, a nawet szkodliwe oddziaływanie. Podjęto szerokie badania dotyczące oddziaływania hałasu na nasz słuch i ustalenia wartości dopuszczalnych. Konieczne było wykonywanie pomiarów i podejmowanie działań mających na celu ograniczenie hałasu. Skonstruowano pierwszy pojemnościowy mikrofon pomiarowy, opracowano miernik poziomu dźwięku, a zatem zaistniała potrzeba jego kalibracji i sprawdzania, budowy wzorców i zapewnienia spójności pomiarowej w akustyce. Metoda odtwarzania jednostki ciśnienia akustycznego, co może zaskakiwać, nie zmieniła się na przestrzeni lat. Nadal jest to metoda wzajemności, o której więcej powiem za chwilę. Natomiast ogromna zmiana technologiczna dokonała



się w aparaturze pomiarowej służącej do przetwarzania i analizy sygnałów, wliczając w to automatyzację pomiarów.

– A kiedy GUM rozpoczął działalność metrologiczną w dziedzinie akustyki?

– Na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, w ówczesnym Polskim Komitecie Normalizacji i Miar utworzono dwa laboratoria: Laboratorium Pomiarów Akustycznych i Laboratorium Pomiarów Drgań Mechanicznych. Do ich powstania bardzo przyczynili się dwaj polscy naukowcy: nieżyjący już prof. Zbigniew Engel z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i prof. Adam Lipowczan z Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Obaj prowadzili zaawansowane badania naukowe dotyczące zagrożeń hałasem i drganiami w przemyśle. Obserwowali narastającą liczbę pracowników z trwałym ubytkiem

słuchu wskutek długotrwałego przebywania w środowisku pracy, w którym hałas przekraczał wartości dopuszczalne. Była to w tamtych latach choroba numer jeden na liście chorób zawodowych. Ci dwaj naukowcy przekonali ówczesne władze państwowe, żeby objąć kontrolą metrologiczną przyrządy pomiarowe do pomiaru hałasu i stworzyć laboratorium pomiarów akustycznych i pomiarów drgań w ówczesnym PKNiM. Co ciekawe, zanim laboratoria otrzymały odpowiednie wyposażenie i rozpoczęły działalność, legalizacja mierników poziomu dźwięku była wykonywana w upoważnionych laboratoriach AGH i GIG.

– Jak Laboratorium Pomiarów Akustycznych było umiejscowione w ówczesnej strukturze PKNiM?

– Z tego, co pamiętam, Laboratorium Pomiarów Akustycznych wchodziło w skład Zakładu Elektroniki, natomiast Laboratorium Pomiarów Drgań Mechanicznych było w Zakładzie Masy i Siły. Trwało to aż do momentu reaktywowania Głównego Urzędu Miar, kiedy powstało Samodzielne Laboratorium Akustyki i Drgań z dwiema pracownikami: akustyki i drgań. W kolejnych latach Laboratorium dotykały liczne przekształcenia, w pewnym momencie zostało podzielone ponownie na dwa oddzielne laboratoria, aby ostatecznie powrócić do jednego, z dwiema pracownikami odpowiedzialnymi w GUM za metrologię akustyczną i drgań mechanicznych. Należy podkreślić, że taka struktura odzwierciedla strukturę spotykaną w organizacjach międzynarodowych. Zarówno właściwy Komitet Doradczy – CCAUV CIPM, jak i Komitet Techniczny TC-AUV EURAMET, obejmują akustykę (A), ultradźwięki i akustykę podwodną (U) oraz drgania (V).

– Hałas kojarzymy z decybelami...

– Tak, mierzymy poziom ciśnienia akustycznego wyrażony w decybelach. Ale musimy pamiętać, że jednostką ciśnienia akustycznego, podobnie jak ciśnienia statycznego, jest paskal (Pa). Ucho młodego, zdrowego człowieka może zarejestrować dźwięk o ciśnieniu 20 mikropaskali (μPa). Jest to tzw. próg słyszenia. Jednocześnie przeciętne ucho ludzkie może bez natychmiastowego uszkodzenia odebrać dźwięk o ciśnieniu ok. 100 paskali, a więc pięć milionów razy większym niż próg słyszenia. Taki hałas wytwarzają np. samoloty odrzutowe. Górna granica ciśnienia

akustycznego, powyżej której następuje nieodwracalne uszkodzenie słuchu (przerwanie błony bębenkowej) to ok. 200 Pa (140 dB). Hałas o takiej wartości ciśnienia akustycznego może towarzyszyć działalności wojskowej, dodatkowo często ma charakter impulsowy, dlatego tak ważna jest ochrona słuchu żołnierzy.

Ucho ludzkie odbiera więc dźwięki o olbrzymiej rozpiętości amplitudy i trudno sobie wyobrazić przyrząd, który miałby tak duży zakres pomiarowy. Ponadto ucho ludzkie ma taką właściwość, że reaguje na względne zmiany ciśnienia akustycznego. To wszystko sprawiło, że ciśnienie akustyczne jest wyrażane w mierze logarytmicznej, w dB w odniesieniu do 20 mPa.

– A jaki byłby wynik pomiaru poziomu dźwięku tu, w pomieszczeniu, gdzie jest względnie cicho i docierają do nas tylko słabe odgłosy z zewnątrz budynku i z korytarza?

– Hałas w typowym pomieszczeniu biurowym to 40–50 dB, o 10 dB mniej można zmierzyć w bibliotece, gdzie z zasady panuje cisza. Należy zaznaczyć, że podane wartości dotyczą poziomu dźwięku skorygowanego zgodnie ze znormalizowaną charakterystyką A miernika poziomu dźwięku, odpowiadającą przeciętnej charakterystyce częstotliwościowej słuchu człowieka. Poziom nieskorygowanego ciśnienia akustycznego byłby większy.

– Proszę powiedzieć, jak wytwarzany jest dźwięk w warunkach laboratoryjnych, w jak najszerszym zakresie, od bardzo słabo słyszalnego, po odpowiadający hukowi startującego samolotu.

– Nie ma potrzeby wytwarzania w laboratorium dźwięków o tak szerokim zakresie poziomym, byłoby to z resztą technicznie niezwykle trudne. Do kalibracji przyrządów akustycznych, akustycznych torów pomiarowych, a nawet do wzorcowania mikrofonów roboczych służy kalibrator, wytwarzający sygnał akustyczny o określonej częstotliwości (lub wielu częstotliwościach, tzw. kalibrator wieloczęstotliwościowy) i określonym poziomie lub poziomach ciśnienia akustycznego wybieranych z szeregu 94 dB, 104 dB i 114 dB. Najczęściej stosowane są kalibratory wytwarzające sygnał o częstotliwości 1 kHz i poziomie 94 dB, czyli ciśnieniu akustycznym 1 Pa. Specyficznym

kalibratorem jest pistonfon – mechaniczne, tłokowe źródło dźwięku, wytwarzające sygnał o częstotliwości 250 Hz i poziomie 124 dB. Wzorcowanie przyrządu za pomocą kalibratora, obejmujące również jego regulację, jest szybkim sposobem powiązania wyników uzyskiwanych za pomocą tego przyrządu z wzorcem pierwotnym ciśnienia akustycznego i upewnienia się, że wielkość mierzona jest rzeczywiście wyrażona w dB, w odniesieniu do 20 mPa. Przyrząd wzorcujemy przy jednej wartości poziomu i najczęściej jednej częstotliwości, zatem nasuwa się pytanie, skąd mamy pewność, że przyrząd mierzy poprawnie w całym zakresie poziomu i w całym zakresie częstotliwości? Ponadto, czy właściwie mierzy zarówno sygnały ustalone, jak i impulsowe? Otóż istnieje ustalony międzynarodowo program badań typu i program badań okresowych przyrządów, w czasie których sprawdza się jego różne charakterystyki metrologiczne za pomocą sygnałów elektrycznych, doprowadzonych do wejścia poprzez układ zastępczy symulujący warunki obciążenia mikrofonem, po odłączeniu mikrofonu od przyrządu. Wyniki badań są oceniane pod kątem zgodności z wymaganiami dla przyrządów akustycznych, określonymi w normach międzynarodowych. Uznaje się, że przyrząd wywzorcowany za pomocą kalibratora akustycznego bezpośrednio przed pomiarem i spełniający wymagania właściwej normy poprawnie mierzy poziom dźwięku, a wyniki uzyskane za jego pomocą są porównywalne.

Odrębną grupę przyrządów akustycznych stanowią audiometry tonowe stosowane do badania słuchu, które są swoistymi generatorami tonów o ustalonych częstotliwościach (tzw. audiometrycznych) i regulowanych wartościach poziomu słyszenia w zakresie odpowiadającym zakresowi słyszenia człowieka. Wzorcowanie i regulacja audiometru dotyczy pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego tonów oraz szumów maskujących. Czynności te wymagają zastosowania specjalnych wzorców – układu symulatora ucha wyposażonego w mikrofon wzorcowy, powiązanego z wzorcem pierwotnym ciśnienia akustycznego oraz, co może zaskakiwać – sprzęgacza mechanicznego z przetwornikiem drgań mechanicznych, tzw. sztucznego mastoidu, powiązanego z wzorcem pierwotnym wielkości drgań mechanicznych, stosowanego przy wzorcowaniu audiometrów w torze przewodnictwa kostnego. Należy zauważyć, że przy uszkodzonym uchu zewnętrznym sygnał akustyczny



można doprowadzić do ucha wewnętrznego poprzez drgania kości czaszki.

Zarówno układ sztucznego ucha, jak i sztuczny mastoid wymagają regularnego wzorcowania polegającego na wyznaczeniu ich czułości w funkcji częstotliwości oraz impedancji odpowiednio akustycznej lub mechanicznej, a także oceny zgodności wyznaczonych impedancji z wymaganiami określonymi we właściwej normie.

– Jak zatem wygląda hierarchia wzorcowań w dziedzinie akustyki?

– Wzorec pierwotny, który jest początkiem spójności pomiarowej w dziedzinie akustyki, stanowią trzy laboratoryjne mikrofony wzorcowe o średnicy jednego cala (klasa LS1) albo trzy laboratoryjne mikrofony wzorcowe o średnicy pół cala (klasa LS2), wzorcowane metodą wzajemności: mikrofony LS1 w zakresie częstotliwości 2 Hz–10 kHz i mikrofony LS2 w zakresie 2 Hz–25 kHz. Zgodnie z właściwą normą międzynarodową pomiary są wykonywane na stanowisku pomiarowym sterowanym komputerowo. Niżej w hierarchii stoją wzorce wtórne – mikrofony robocze, symulatory ucha oraz kalibratory. Mikrofony robocze (klasa WS1, WS2 i WS3) mogą być wzorcowane metodą porównania jednoczesnego z mikrofonem klasy LS2, w sprzęgaczu aktywnym, w zakresie częstotliwości od 20 Hz do około 2 kHz lub za pomocą pistonfonu, przy jednej częstotliwości. Dodatkowo wyznacza się wtedy względną charakterystykę częstotliwościową mikrofonu za pomocą tzw. pobudnika elektrostatycznego, z uwzględnieniem poprawek dla pola swobodnego określonych przez producenta dla danego typu mikrofonu. Kalibratory są wzorcowane za pomocą mikrofonu klasy LS lub WS, albo metodą porównawczą z innym wzorcowanym kalibratorem.

O wzorcowaniu sztucznego ucha wspominałam już wcześniej.

Na samym dole hierarchii wzorcowań znajdują się przyrządy użytkowe: mierniki poziomu dźwięku, zarówno w zakresie słyszalnym, jak też infra- i ultradźwiękowym, indywidualne mierniki ekspozycji na dźwięk, analizatory dźwięku w pasmach tercjowych i oktawowych (inaczej mówiąc mierniki poziomu dźwięku z filtrami pasmowymi), audiometry. O wzorcowaniu, sprawdzaniu i ocenie zgodności z wymaganiami już mówiłam.

– Powróćmy do wzorca pierwotnego ciśnienia akustycznego. Dlaczego tworzą go akurat trzy mikrofony?

– Jak już wspominałam nie ma możliwości technicznych budowy materialnego wzorca ciśnienia akustycznego w bardzo szerokim zakresie amplitudy i częstotliwości. Budowane są wzorce tłokowe, tzw. pistonfony laserowe, ale wytwarzają one sygnał akustyczny w zakresie małych częstotliwości i w ograniczonym zakresie poziomu. Tymczasem w naszym otoczeniu słyszymy dźwięki o częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz i zakresie poziomu do 130 dB. W związku z tym, jednostkę ciśnienia akustycznego (paskal) wytwarza się metodą pośrednią. Jest to znana powszechnie – nie tylko w akustyce – metoda wzajemności.

Metoda wzajemności umożliwia wyznaczenie czułości mikrofonów bez potrzeby odniesienia do jakiegokolwiek wielkości akustycznej, a wymaga jedynie pomiaru kilku wielkości fizycznych, takich jak napięcie elektryczne, impedancja elektryczna, długość, ciśnienie statyczne, temperatura i wilgotność. Metoda wymaga użycia trzech mikrofonów, będących przetwornikami odwracalnymi oraz spełniającymi zasadę wzajemności, łączonych ze sobą kolejno parami w taki sposób, aby podczas całego cyklu pomiarowego każdy z wzorcowanych mikrofonów działał zarówno jako źródło, jak i jako odbiornik sygnału akustycznego. Podczas wzorcowania wyznacza się elektryczną i akustyczną impedancję przeniesienia układu elektroakustycznego, składającego się z dwóch mikrofonów połączonych sprzęgaczem wypełnionym gazem. Elektryczna impedancja przeniesienia układu jest wyznaczana pomiarowo przez porównanie z impedancją wzorcową włączoną szeregowo z mikrofonem nadawczym. Impedancja akustyczna

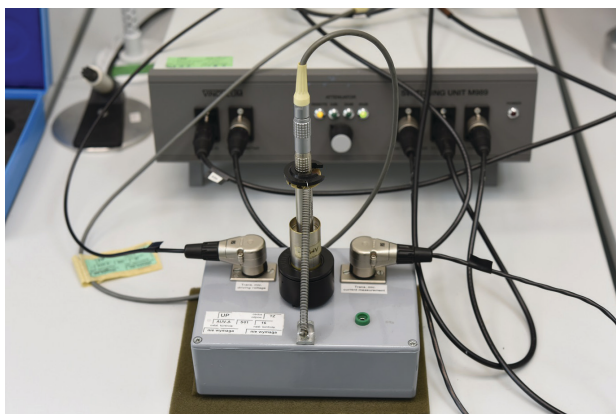
przeniesienia jest natomiast wyznaczana dla określonej pary mikrofonów obliczeniowo, na podstawie zmierzonej geometrycznej objętości sprzęgacza, wyznaczonych impedancji akustycznych każdego z mikrofonów, z uwzględnieniem wpływu temperatury i ciśnienia statycznego, a także częstotliwości sygnału akustycznego, wpływu przewodzenia ciepła oraz rozkładu przestrzennego ciśnienia akustycznego w sprzęgaczu. Iloraz modułu elektrycznej impedancji przeniesienia i modułu akustycznej impedancji przeniesienia tego układu jest równy iloczynowi czułości mikrofonów połączonych sprzęgaczem. Podczas wzorcowania dla każdej pary mikrofonów wyznaczone są kolejno iloczyny ich skuteczności. Rozwiązując następnie układ trzech równań z trzema niewiadomymi uzyskuje się wartość czułości w warunkach ciśnieniowych każdego z trzech wzorcowanych mikrofonów.

– Czy wszędzie na świecie jednostkę ciśnienia akustycznego odtwarza się w taki sposób?

– Tak, wszędzie jest stosowana metoda wzajemności, opisana w normie międzynarodowej IEC, przyjętej jako norma europejska i polska. Podejmowane są próby opracowania metod wzorcowania mikrofonów z wykorzystaniem technik laserowych, ale niepewność tych metod wciąż nie jest satysfakcjonująca. Metoda wzajemności pozostaje nadal jedyną metodą zalecaną przez Komitet Doradczy ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań do stosowania przy porównaniach kluczowych.

– Na ustanowienie wzorca ciśnienia akustycznego wzorcem państwowym trzeba było długo czekać. Abstrahując od nieznanych nam powodów, dla których tak długo to trwało, proszę powiedzieć, jakie znaczenie ma ta decyzja?

– Ta decyzja ma charakter formalny. Nie zmieniła ona jakości wzorca, która była potwierdzona wielokrotnie w porównaniach kluczowych, począwszy od 1999 r., a jedynie podniosła jego rangę w Polsce. Jest to po prostu urealnienie sytuacji. GUM jest od 2004 r. członkiem Komitetu Doradczego ds. Akustyki, Ultradźwięków i Drgań i jako członek bierze udział w porównaniach CIPM dotyczących wzorców państwowych. A więc wzorzec ciśnienia akustycznego GUM był na forum międzynarodowym traktowany



jak wzorzec państwowy. Nie wiem dokładnie, jak wygląda polityka dotycząca wzorców państwowych w innych NMI i czy są jakieś prawne uregulowania z tym związane. Nie chcę też oceniać, dlaczego u nas trwało to tak długo. Moim zdaniem nie powinno być żadnych przeciwwskazań dla uznania za wzorzec państwowy wzorca pierwotnego utrzymywanego w GUM, jeżeli jego właściwości zostały potwierdzone w porównaniach kluczowych. Merytorycznie wzorzec ciśnienia akustycznego od dawna miał taki status.

– O każdy wzorzec trzeba dbać, poddawać go konserwacji. Jakiego rodzaju zabiegi są prowadzone przy wzorcu ciśnienia akustycznego?

– Wzorzec państwowy ciśnienia akustycznego to, jak już mówiłam, układ pomiarowy do wzorcowania mikrofonów metodą wzajemności oraz dwie triady laboratoryjnych mikrofonów wzorcowych klasy LS1 i LS2. Aparatura elektroniczna stosowana do pomiarów nie wymaga specjalnych zabiegów, a jedynie wzorcowania w ustalonych odstępach czasu. Można ją bez problemu wymienić, o czym świadczy modernizacja stanowiska wzorca przeprowadzona w 2009 r. Najważniejszym elementem wzorca, świadczącym o jego stabilności i jakości, są laboratoryjne mikrofony wzorcowe. W tej chwili mamy zgromadzonych kilkanaście sztuk mikrofonów, które są regularnie, co pół roku, wzorcowane. Wyniki wzorcowania są monitorowane i analizowane, a każdy mikrofon ma swoją historię. Na podstawie wieloletniej obserwacji możemy powiedzieć, że mikrofony są bardzo stabilne. Świadczy to również o stabilności całego stanowiska, jak też o wysokich kompetencjach personelu. Pierwszym opiekunem stanowiska wzorca państwowego ciśnienia akustycznego był Tomasz Zmierczak,

a od kilku lat wzorcem opiekuje się Mirosław Wiater.

Należy w tym miejscu podkreślić, że praca z mikrofonami wymaga dużego opanowania, ostrożności i dużej kultury pracy. Membranę mikrofonu w postaci cienkiej folii o grubości ułamka milimetra jest bardzo łatwo uszkodzić. A koszt jednego mikrofonu to około 25 tys. zł. Mikrofony wzorcowe powinny być przechowywane w ustabilizowanych warunkach termicznych, najlepiej w oryginalnych pudełkach, bez ekspozycji na kurz, który może wpłynąć na czułość mikrofonu. Mikrofony wzorcowe GUM są przechowywane w pomieszczeniu klimatyzowanym, gdzie zarówno temperatura, jak i wilgotność są utrzymywane w granicach określonych w normie.

– Czy w przypadku wzorca GUM, warunki jego utrzymania są optymalne, czy może niezbędne byłyby jakieś udoskonalenia?

– Przy pomiarach w zakresie małych częstotliwości, poniżej 20 Hz, obserwowany był wpływ drgań mechanicznych przenoszonych przez konstrukcję budynku na powtarzalność wyników. Aby ograniczyć wpływ drgań zakupiliśmy w tym roku stół laboratoryjny z aktywną wibroizolacją. Wstępne badania wykazały zauważalną poprawę powtarzalności wyników, szczególnie dotyczących pomiaru fazy. Należy również wspomnieć, że wskutek położenia budynku GUM w centrum Warszawy, jesteśmy narażeni na zakłócenia związane z różnymi źródłami promieniowania elektromagnetycznego, ale na to nie mamy wpływu.

– Czy są jakieś projekty międzynarodowe, bądź innowacyjne prace badawcze w dziedzinie akustyki, o których moglibyśmy powiedzieć?

– Wzorzec GUM brał udział praktycznie we wszystkich światowych porównaniach kluczowych, organizowanych przez Międzynarodowy Komitet Miar CIPM. GUM bierze również udział w porównaniach regionalnych, szczególnie COOMET, ponieważ tej organizacji zawsze brakuje NMI do linkowania.

Jeśli chodzi o przyszłość, to stoją przed nami co najmniej dwa wyzwania. Pierwsze to udoskonalenie metody wzorcowania mikrofonów roboczych w zakresie częstotliwości infradźwiękowych metodą porównawczą. W tej chwili jesteśmy w stanie wzorcować laboratoryjne mikrofony wzorcowe w zakresie częstotliwości od 2 Hz. Ale użytkownik stosuje do pomiarów mikrofony robocze, które powinny być wzorcowane metodą porównawczą z mikrofonami laboratoryjnymi. Stosowane dotychczas stanowisko do wzorcowania mikrofonów w zakresie częstotliwości infradźwiękowych wymaga udoskonalenia i powiązania z wzorcem państwowym.

Drugim wyzwaniem jest doskonalenie metod wzorcowania symulatorów ucha i sprzęgaczy mechanicznych stosowanych w audiometrii. Kilka lat temu weszła w życie norma, która wymaga wyznaczenia zarówno charakterystyki częstotliwościowej, jak też impedancji akustycznej sztucznego ucha. Ponadto modernizacji wymaga aparatura stosowana dotychczas do wzorcowania tych przyrządów. Pierwszy krok został już zrobiony. Laboratorium zakupiło nowoczesny czterokanałowy analizator z generatorem wraz

z oprogramowaniem specjalistycznym umożliwiającym tworzenie stosownych procedur.

Mam też nadzieję, że jesteśmy w przededniu powstania w GUM Pracowni Ultradźwięków. W ramach programu EMPIR i wezwania Research Potential zgłosiłam projekt dotyczący stworzenia w GUM możliwości pomiarowych i badawczych w dziedzinie ultradźwięków. W budżecie na przyszły rok mamy zarezerwowane środki na zakup podstawowego wyposażenia i przewidziane zatrudnienie pracownika. To zatrudnienie będzie związane z kilkumiesięcznym szkoleniem w instytutach metrologicznych w Wielkiej Brytanii i Turcji, ponieważ kraje te mają spore osiągnięcia w dziedzinie ultradźwięków. Stworzenie infrastruktury metrologicznej w dziedzinie ultradźwięków w GUM będzie miało znaczenie dla każdego z nas. Czyż nie byliśmy przynajmniej raz w życiu poddani badaniom ultrasonograficznym? Coraz częściej dzieje się to już w okresie prenatalnym. A aparatura ultrasonograficzna w Polsce nie jest kontrolowana.

Ponadto, nawiązałam kontakt z ekspertami z Zakładu Ultradźwięków Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, prowadzącymi badania w dziedzinie ultradźwięków. Mam nadzieję, że współpraca z zagranicznymi NMI oraz z IPPT PAN zaowocuje rozwojem metrologii ultradźwięków w GUM.

– Redakcja Biuletynu GUM serdecznie Pani tego życzy i dziękuje za rozmowę.



Wesołych Świąt

*Wszystkim Czytelnikom
„Metrologii i Probiernictwa”
życzenia spokojnych i radosnych
Świąt Bożego Narodzenia,
spełnienia marzeń i pomyślności w Nowym 2018 Roku
oraz miłych chwil podczas lektury naszego Biuletynu*

składa Redakcja

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

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

Łamy pisma są otwarte dla wszystkich, którzy chcieliby poruszyć ciekawy temat metrologiczny czy podzielić się wiedzą z jakiejś konkretnej specjalizacji. Zachęcamy Państwa do współredagowania pisma i przysyłania swoich propozycji.

Zapraszamy do kontaktu z redakcją: biuletyn@gum.gov.pl.

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

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

The bulletin is open for everybody who wants to rise an interesting metrology issue or to share with the knowledge in some specific area. We would like to encourage you to participate in the edition of the bulletin and to send us your proposals.

We would like to invite you to make contact with the redaction: biuletyn@gum.gov.pl.

