

ISSN 2080-5632



METROLOGIA

Biuletyn Głównego Urzędu Miar

Nr 3

vol. 7

listopad 2012



W bieżącym numerze:

<i>Przemówienie Pani Prezes GUM Janiny Marii Popowskiej</i>	3
<i>Seminarium Głównego Urzędu Miar – 20 listopada 2012 r.</i>	5
<i>Mierzymy pola elektromagnetyczne dla Twojego bezpieczeństwa – K. Falińska, J. Karpowicz, Z. Grabarczyk, K. Gryz, G. Koślacz, W. Widłaszewski, P. Zradziński</i>	7
<i>Okręgowy Urząd Miar w Warszawie – J. Wójcik</i>	14
<i>Wartość estetyczna metrologii – J. Malinowski</i>	25

Przemówienie Pani Prezes GUM Janiny Marii Popowskiej otwierające seminarium Głównego Urzędu Miar *Mierzymy dla Wszystkich* 20 listopada 2012



Szanowni Państwo

Mam wielką przyjemność i honor powitać Państwa na dzisiejszym seminarium, które zostało objęte patronatem Ministra Gospodarki.

Rzadko w murach naszego Urzędu mamy zaszczyt gościć tak znamienite grono przedstawicieli najwyższych władz państwowych, Sejmu RP i świata polskiej nauki.

Seminarium nasze odbywa się w listopadzie, w dekadę po obchodach 94. rocznicy uzyskania przez nasz kraj niepodległości. Wspominając o tym, pragnę zwrócić naszą uwagę i przypomnieć, że jednym z pierwszych dekretów wydanych

w odrodzonej po latach rozbiorów Polsce, był dekret z 9 lutego 1919 roku, na mocy którego utworzony został Główny Urząd Miar. Fakt ten dobitnie świadczy o świadomości ówczesnych władz o roli, zadaniach i znaczeniu metrologii dla funkcjonowania państwa.

Stworzone tym dekretem warunki rozwoju polskiej metrologii zaowocowały wysiłkiem i pasją z jaką nasi poprzednicy rozpoczęli pracę od podstaw, tworząc jednolity krajowy system miar. A miarą i uznaniem ich wysiłków było przystąpienie Polski w 1925 roku do Międzynarodowej Konwencji Metrycznej.

Działalność zapoczątkowana w tamtych latach jest kontynuowana w naszym urzędzie, który – po wielu latach – wrócił do swojej pierwotnej nazwy. Nieprzerwanie celem głównym i rolą polskiej metrologii jest zapewnienie jednolitości miar w kraju, w powiązaniu z międzynarodowym systemem miar. Ta działalność naszego Urzędu zostanie Państwu przedstawiona w dzisiejszych referatach. Referat Pana Profesora Andrzeja Zięby z Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej zainauguruje nasze seminarium. Pan Profesor przyjął zaproszenie do wygłoszenia tego referatu, za co mu osobiście bardzo dziękuję. Tematem będą bardzo ciekawe rozważania na temat podziału wielkości na fizyczne i pozafizyczne, i wynikających z tego podziału wniosków odnoszących się do metrologii, a w szczególności do ustalonego międzynarodowego układu jednostek miar SI. Rozważania i stwierdzenia Pana Profesora wpisują się w ten rodzaj działalności naukowej, która stale poszukuje, zadaje pytania i odważnie formułuje nowe podejście do przyjętych klasyfikacji, definicji i ustaleń.

Szanowni Państwo

Na naszych oczach trwa stale przyspieszająca rewolucja technologiczna. W ciągu jednego pokolenia postęp techniczny i rozwój nauki osiąga rozmiary, jakich nigdy nie odnotowano wcześniej w całej historii cywilizacji.

Ta dynamika oddziałuje także na metrologię. Metrologia, która pełni pomocniczą rolę w rozwoju gospodarki, musi sprostać rozwiązywaniu trudnych problemów metrologicz-

nych, pojawiających się wraz z postępowaniem technicznym i cywilizacyjnym. I staramy się to wykonywać dobrze i rzetelnie. Nie jest to możliwe bez ścisłej współpracy międzynarodowej, prowadzonej w ramach organizacji metrologicznych. Nie jest to też możliwe bez współpracy administracji miar z krajowymi ośrodkami naukowymi i wyższymi uczelniami. Dlatego wielką wagę przykładamy do tej współpracy, która zacieśnia się i rozwija systematycznie. Aktywnie uczestniczymy i odnotowujemy już małe sukcesy w pracach prowadzonych przez międzynarodowe organizacje metrologiczne, takie jak EURAMET, OIML, WELMEC.

Bierzemy też udział w projektach Europejskiego Programu Rozwoju w Obszarze Metrologii, nasi młodzi metrologowie wyjeżdżają na staże zagraniczne. I mimo, że słyszymy czasem opinie, że są to działania niewystarczające, bo inne kraje są w stanie osiągnąć na arenie międzynarodowej większe, spektakularne efekty, to opinii tych nie traktujemy jako dezawuuujących nasze wysiłki. Przeciwnie, takie głosy działają na nasze środowisko mobilizująco i dopingują nas do dalszych działań.

Trzeba jednak jasno powiedzieć: metrologia, tak jak każda inna dziedzina, dla swojego rozwoju potrzebuje odpowiedniego poziomu środków. Niezbędna jest nowoczesna aparatura pomiarowa, która umożliwi sprostanie rosnącym potrzebom gospodarki na coraz dokładniejsze pomiary. Nowoczesne technologie, które wymagają ogromnych inwestycji, nie mogą być wspomagane przez przestarzałe przyrządy i stanowiska pomiarowe, na których nie można osiągnąć, wymaganej nowymi technologiami, coraz wyższej dokładności pomiarów.

Zdajemy sobie wszyscy sprawę, że możliwości finansowe są ograniczone. Dlatego należy poszukiwać takich rozwiązań, które pozwolą na lepsze wykorzystanie istniejącej w kraju aparatury pomiarowej, która jest w posiadaniu różnych jednostek: administracji miar, instytucji naukowo-badawczych, wyższych uczelni. Jest to możliwe poprzez nawiązywanie szerszej współpracy z krajowymi instytucjami zajmującymi się metrologią, zawieranie umów konsorcjalnych na wykonanie określonych prac badawczo-rozwojowych, przygotowywanie wspólnych projektów itd.

Wiele już udało się tu osiągnąć, ale wiele jeszcze jest do zrobienia – nie wykorzystaliśmy wszystkich możliwości.

Obecność na tym seminarium tak wielu przedstawicieli świata nauki napawa optymizmem, że uda nam się połączyć wysiłki dla rozwoju polskiej metrologii. Beneficjentem tego będzie cała polska gospodarka.

Mottem naszego seminarium uczyniliśmy znane wezwanie Galileusza: „Policz to, co można policzyć, zmierz to, co można zmierzyć, a to, co jest niemierzalne, uczyn mierzalnym.” Ta mądra sentencja przyświeca pracy wszystkich metrologów i stanowi dla nas ciągle wyzwanie: uczyn mierzalnym!!! Nie ustawaj w wysiłkach!!!!

Dziękuję Państwu raz jeszcze za przybycie na nasze seminarium, które – mam nadzieję – spotka się z zainteresowaniem.

Serdecznie też zachęcam do odwiedzenia naszych laboratoriów – nasi metrologowie z radością pokażą swoje miejsca pracy, a Państwa wizyta będzie dla nich prawdziwą satysfakcją. Państwo zaś będą mieli okazję do spojrzenia na pracę metrologów od przysłowiowej „kuchni”, czyli właśnie od strony laboratoriów.

A teraz pozwolą Państwo, że głos oddam panu Karolowi Markiewiczowi, Dyrektorowi Gabinetu Prezesa, który poprowadzi nasze dzisiejsze spotkanie.

Dziękuję za uwagę.

Seminarium Głównego Urzędu Miar 20 listopada 2012



W dniu 20 listopada 2012 roku w Głównym Urzędzie Miar odbyło się uroczyste seminarium pod hasłem *Mierzymy dla Wszystkich*. W seminarium uczestniczyli przedstawiciele świata nauki i polityki. Wszyscy uczestnicy z zainteresowaniem wysłuchali przygotowanych specjalnie na tę uroczystość referatów.

Seminarium otworzyła Pani Prezes GUM **Janina Maria Popowska**. Gość specjalny, Pan **Profesor Andrzej Zięba** z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, przedstawił referat *Wielkości fizyczne i pozafizyczne oraz ich jednostki*, w którym omówił podział wielkości na fizyczne i pozafizyczne, określając je mianem podziału naturalnego, często nie w pełni uświadomionym i skodyfikowanym. Pani Dyrektorka Zakładu Elektrycznego **Elżbieta Michniewicz** przedstawiła



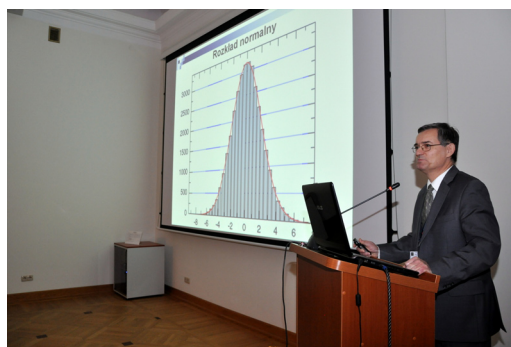
referat *Zasady europejskiej działalności metrologicznej*, w którym omówiła strukturę metrologiczną, poczynając od Konwencji Metrycznej z jej instytucjami Generalną Konferencją Miar, Międzynarodowym Komitetem Miar i Międzynarodowym Biurem Miar, poprzez Porozumienie CIPM MRA, Międzynarodową Organizację Metrologii Prawnej aż po Europejskie Stowarzyszenie Krajowych Instytutów Metrologicznych EURAMET i Europejski Program Badań Naukowych w Metrologii EMRP oraz udział

GUM w tym programie. Pan Wiceprezes GUM **Włodzimierz Popiołek** w referacie *Cele i zadania polskiej administracji miar* przedstawił zadania administracji miar, jej strukturę i zasady funkcjonowania, ze szczególnym podkreśleniem naczelnej roli krajowej instytucji metrologicznej, jakim jest Główny Urząd Miar, w zapewnieniu jednolitości miar i wymaganej dokładności pomiarów.

Po przerwie pracownicy GUM, w odrębnym pakiecie wystąpień pod tytułem *Metrologia w na-*

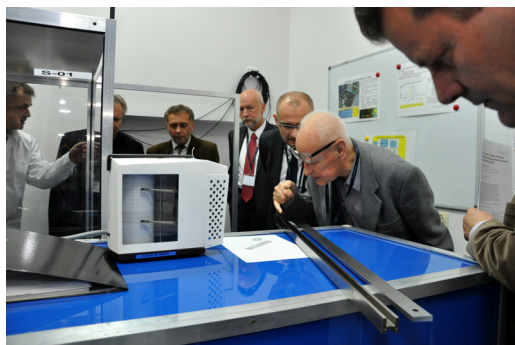


uce i życiu, przedstawili trzy referaty dotyczące kluczowych zagadnień we współczesnej metrologii. W pierwszym z nich Pani Doktor **Partycja Ruśkowska** omówiła historyczne kształtowanie się definicji podstawowych jednostek miar, jak długość, masa i czas oraz konieczność ich redefinicji w świetle najnowszych uchwał Generalnej Konferencji Miar. Pan Doktor **Paweł Fotowicz** przedstawił, w zarysie, historyczne i współczesne uwarunkowania kształtowania



się metodyki opracowania danych pomiarowych w aspekcie teorii niepewności pomiaru. Pan Doktor **Jerzy Borzumiński** omówił aktualne problemy związane z kształtowaniem się terminologii metrologicznej, szczególnie w aspekcie metrologii prawnej, podkreślając znaczącą historyczną i aktualną rolę GUM w jej powstawaniu.

Kończącym akcentem zorganizowanego w GUM seminarium było zwiedzanie przez uczestników spotkania trzech laboratoriów: Laboratorium Długości, Laboratorium Masy oraz Laboratorium Czasu i Częstotliwości.



Mierzymy pola elektromagnetyczne dla Twojego bezpieczeństwa

Katarzyna Falińska¹⁾, Jolanta Karpowicz²⁾, Zygmunt Grabarczyk²⁾, Krzysztof Gryz²⁾,
Grzegorz Koślacz¹⁾, Wiesław Widłaszewski¹⁾, Patryk Zradziński²⁾

¹⁾ Główny Urząd Miar, ²⁾ Centralny Instytut Ochrony Pracy

1. Wprowadzenie

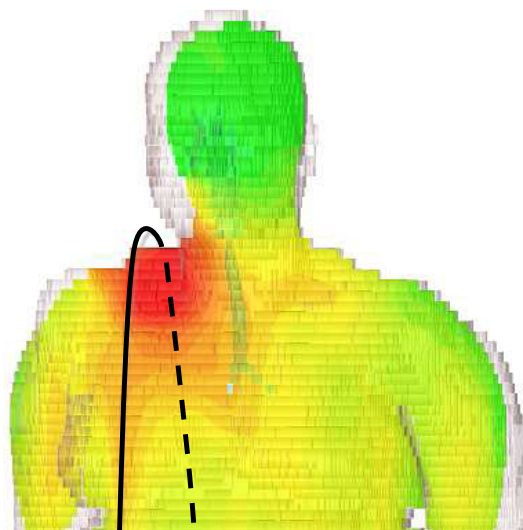
Niejonizujące promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości mniejszej od 300 GHz, lub inaczej mówiąc o długości fali przekraczającej 1 mm, nazywane jest polami elektromagnetycznymi. Są to zarówno współlistniejące zmienne w czasie pola elektryczne i magnetyczne, jak i pole magnetostatyczne i elektrostatyczne.

Podstawowymi cechami fizycznymi pól elektromagnetycznych jest ich zdolność rozprzestrzeniania się w powietrzu z prędkością światła oraz zdolność indukowania napięć i prądów elektrycznych w obiektach elektroprzewodzących, takich jak metale lub roztwory elektrolitów, w tym organizmy żywe. Cechy te są powszechnie wykorzystywane m.in. w systemach bezprzewodowego przesyłania informacji, takich jak RTV czy telefonia mobilna oraz w systemach przesyłania i przetwarzania energii elektrycznej, np. w licznych aplikacjach przemysłowych i medycznych. Eksploatacja wszystkich urządzeń i instalacji zasilanych prądem elektrycznym związana jest nierozdzielnie z zamierzonym lub pasożytniczym procesem rozpraszania w ich otoczeniu pól elektromagnetycznych.

Pola elektromagnetyczne charakteryzuje pasmo częstotliwości (wyrażonych w hercach, Hz) oraz natężenie składowej elektrycznej (wyrażone w woltach na metr, V/m) i natężenie składowej magnetycznej (wyrażone w amperach na metr, A/m lub alternatywnie poziom pola magnetycznego może być wyrażony poprzez podanie indukcji magnetycznej w teslach, T).

2. Zagrożenia bezpieczeństwa inicjowane oddziaływaniem pól elektromagnetycznych

Bezpośrednim zagrożeniem bezpieczeństwa człowieka przebywającego w polu elektromagnetycznym mogą być, uzależnione od częstotliwości, skutki zaindukowanego w organizmie prądu elektrycznego. W małych i średnich polach częstotliwości może wystąpić pobudzenie tkanki nerwowej lub mięśniowej (analogicznie jak w razie porażenia prądem przy dotknięciu do instalacji energetycznej), a w polach częstotliwości radiofalowych i mikrofalowych wzrost temperatury tkanek wewnątrz organizmu lub przy powierzchni skóry – podobnie do procesu grzania mikrofalowego w kuchenkach mikrofalowych (rys. 1). Skutki termiczne mogą wywołać uszkodzenia tkanek, różnego stopnia i rozległości, które mogą wystąpić zarówno na powierzchni ciała, jak i wewnątrz, zależnie od częstotliwości promieniowania. Wypadki poważnych poparzeń tego rodzaju notowano m.in. przy obsłudze przemysłowych urządzeń mikrofalowych, ośrodkach radionadawczych, przy instalacjach radiolokacyjnych, a także przy wykorzystaniu urządzeń diagnostyki rezonansu magnetycznego czy diatermii elektrochirurgicznych.



Rys. 1. Skutki termiczne – symulacje numeryczne wykonane z zastosowaniem oprogramowania CST Studio Suite, źródło pola – przewód z prądem o częstotliwości radiofalej położony na prawym ramieniu anatomicznego modelu ciała kobiety (kolor czerwony – temperatura wyższa, kolor zielony – temperatura niższa) [CIOP-PIB]

Innego typu zagrożenia bezpieczeństwa ludzi mogą być wynikiem indukowania prądów i napięć elektrycznych bezpośrednio w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych, czyli tzw. zakłócenia elektromagnetyczne. Elektromagnetyczne zagrożenia bezpieczeństwa mogą być również związane z oddziaływaniem indukowanych prądów i napięć na tak specyficzne urządzenia jak elektroniczne implanty medyczne. Do zagrożeń elektromagnetycznych zaliczane są także przypadkowe, niekontrolowane wyładowania elektryczne. Przy zbliżaniu dwóch obiektów o różnych wartościach potencjałów, jeśli różnica ta jest na tyle duża, że wartość natężenia pola elektrycznego między tymi obiektami przekracza lokalnie ok. 3 MV/m (co najmniej przy jednej z elektrod), dochodzi do jonizacji powietrza i przepływu prądu elektrycznego przez przestrzeń między obu obiektami. Taki przepływ zwany jest wyładowaniem elektrycznym w powietrzu. W zależności od rozkładu natężenia pola i kształtu elektrod może to być wyładowanie ulotowe, snopiaste, iskrowe i inne. W przypadku wyładowania w przestrzeni w obecności atmosfery wybuchowej, możliwy jest jej zapłon i w konsekwencji wybuch lub pożar.

W przypadku pola elektromagnetycznego wielkiej częstotliwości wytwarzanego przez układy nadawcze dużej mocy (rzędu kilkudziesięciu kW lub większej) do zagrożenia tego rodzaju dochodzi, gdy w dużych konstrukcjach metalowych (rusztowania, rurociągi, instalacje procesowe, magazyny paliw itp.) znajdujących się w zasięgu atmosfery wybuchowej, pole elektromagnetyczne indukuje napięcia wystarczająco duże do spowodowania wyładowań iskrowych lub snopiastych. W przypadku, gdy źródłem pola elektrycznego są zgromadzone na powierzchni, odizolowanych obiektów przewodzących lub obiektów nieprzewodzących, ładunki elektrostatyczne, możliwe są wyładowania zwane elektrostatycznymi, takie jak iskrowe, snopiaste, stożkowe, snopiaste rozprzestrzeniające się, mające zazwyczaj energie wystarczające do zapłonu gazów palnych, par cieczy palnych i pyłów.

W związku z tym zapewnienie bezpieczeństwa ludziom przebywającym w pobliżu źródeł pól elektromagnetycznych realizowane jest w znacznym stopniu z wykorzystaniem specjalistycznych technik pomiarowych i wymagań bezpieczeństwa ustanowionych przez przepisy prawne, zalecenia i normy uwzględniające specyfikę różnych dziedzin aktywności człowieka i różnych rodzajów zagrożeń.

3. Wymagania prawne, normy i zalecenia dotyczące ochrony przed zagrożeniami elektromagnetycznymi

Pola elektromagnetyczne w przeciwieństwie do innych fizycznych czynników środowiska, jak np. hałas, nie są odczuwane zmysłami. Niemożliwe jest więc oszacowanie wspomnianych zagrożeń na podstawie subiektywnych odczuć. W związku z tym konieczne jest wykorzystanie specjalistycznych technik pomiarowych lub obliczeń komputerowych, stosowanych m.in. w ramach wymagań dotyczących tzw. kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), wymagań dotyczących ochrony ludności i pracowników czy wymagań przeciwpożarowych.

4. Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) jest to „zdolność sprzętu lub systemu do zadowalającego działania w określonym środowisku elektromagnetycznym równocześnie bez wprowadzania do tego środowiska niedopuszczalnych zaburzeń elektromagnetycznych [EEV 161-01-07]”. Realizację tego założenia powinno zapewnić stosowanie postanowień dyrektywy EMC, która wdrożona jest do polskiego prawa ustawą o kompatybilności elektromagnetycznej (Dz. U. z dnia 11 maja 2007 r., nr 82, poz. 556).

Z dyrektywą EMC zharmonizowane są normy techniczne, przedmiotowe. Jeżeli urządzenie elektryczne lub elektroniczne spełnia wymagania normy zharmonizowanej, wtedy istnieje domniemanie, że spełnia również wymagania zasadnicze dyrektywy. Badania kompatybilności elektromagnetycznej obejmują swoim zakresem zarówno badania odporności jak i emisji. Jednymi z ważniejszych badań EMC są badania odporności na pole elektromagnetyczne w szerokim zakresie częstotliwości oraz badania emisji, tj. pola elektromagnetycznego promieniowanego przez badane urządzenie. Badania EMC mają również duże znaczenie dla bezpieczeństwa.

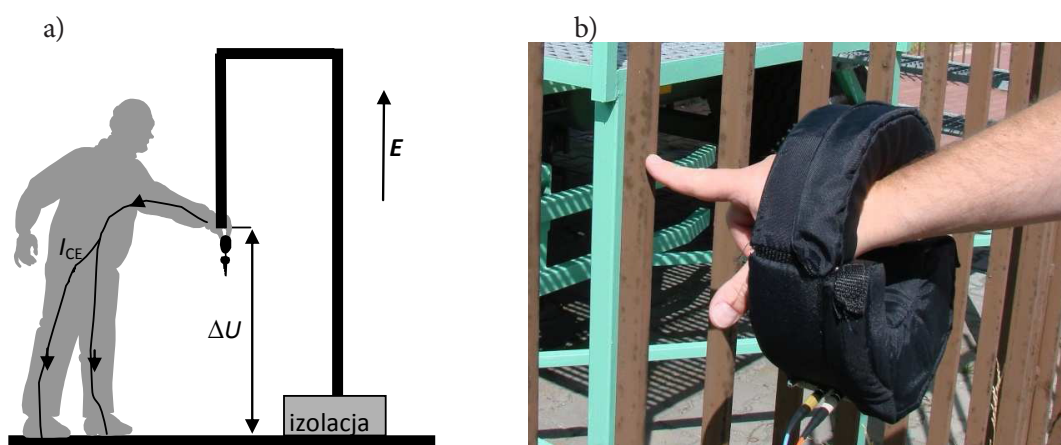
Szczegółnej uwagi wymaga bezpieczeństwo osób z implantami medycznymi. Osoby takie mogą należeć do grupy o zwiększonej wrażliwości na pola elektromagnetyczne, np. wskutek używania wszczepionych implantów elektronicznych takich jak stymulatory serca, implanty słuchowe czy pompy insulinowe. Dotychczas nie sformalizowano w kraju warunków dopuszczalnego narażenia osób z wszczepionymi implantami elektronicznymi i mechanicznymi. Zalecenia międzynarodowe wskazują przykładowo, że dla osób z elektrostymulatorami serca obszar ograniczonego dostępu, to pola przekraczające poziom 0,5 mT, dla pola magnetostatycznego oraz 0,1 mT, dla pola magnetycznego 50 Hz lub 1 kV/m, dla pola elektrycznego 50 Hz [PN-EN-60601-2-33, ACGIH].

5. Kontrola środowiskowych pól elektromagnetycznych

W związku z powszechnym występowaniem pól i promieniowania elektromagnetycznego, wymagania prawne dotyczące dopuszczalnego poziomu narażenia ludzi ustalono, zarówno dla narażenia ludności (rozporządzeniem ministra środowiska – Dz. U. z 2003, nr 192, poz. 1883), jak i dla narażenia pracowników – oddzielnie dla trzech grup pracowników: ogółu zdrowych pracowników dorosłych (rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej [Dz. U. z 2002, nr 217, poz. 1833]), kobiet w ciąży [Dz. U. z 1996, nr 114, poz. 545 i zm. Dz. U. z 2002, nr 127, poz. 1092]) oraz pracowników młodocianych (rozporządzenie Rady Ministrów [Dz. U. z 2004, nr 200, poz. 2047, zm. Dz. U. z 2005, nr 136, poz. 1145]). W związku z charakterystyką omówionych zagrożeń elektromagnetycznych kryteria oce-

ny są funkcją częstotliwości ocenianego pola elektromagnetycznego. Zasady badań i oceny przedstawia norma PN-T-06580-2002 (związana z rozporządzeniem ministra pracy w sprawie najwyższych dopuszczalnych natężeń pól elektromagnetycznych).

Skutki biofizyczne oddziaływania pola elektromagnetycznego na ludzi są uzależnione od częstotliwości i natężenia pola elektrycznego i magnetycznego, jakości izolacji elektrycznej pracownika, od obiektów uziemionych elektrycznie oraz od rozkładu narażenia w czasie i przestrzeni. Do oceny zagrożeń elektromagnetycznych mogą mieć zastosowanie również natężenia prądów przepływających w kończynach osób przebywających w pobliżu źródła pola lub dotykających do metalowych obiektów (rys. 2). W badaniach naukowych stosowane są również miary zagrożenia oceniane na podstawie modelowania komputerowego, ale ich użyteczność w ocenie jednostkowych miejsc pracy jest znikoma.

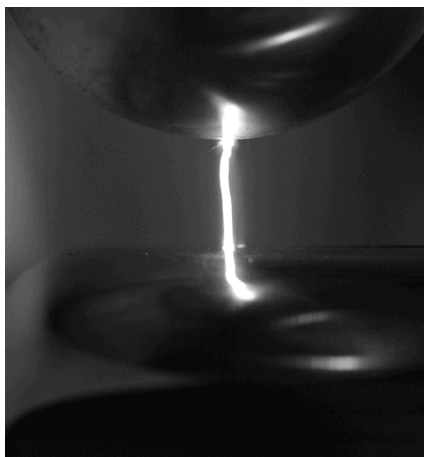


Rys. 2. Zjawisko przepływu prądu kontaktowego na skutek różnicy potencjałów między ciałem człowieka i dotykana przez niego konstrukcją metalową znajdującą się w polu elektrycznym (a) oraz pomiar tego prądu miernikiem indukcyjnym cęgowym (b) [Gryz, Karpowicz, PIMOŚ, 2008]

Zgodnie z definicją NDN dla czynników fizycznych, jaką podano w rozporządzeniu, jest to poziom narażenia na dany czynnik, dopuszczalny przy oddziaływaniu tego czynnika w ciągu 8. godzinnej zmiany roboczej. Zasady dopuszczalnego narażenia na silne pola elektromagnetyczne w strefach ochronnych (niebezpiecznej, zagrożenia i pośredniej) ustalono tak, aby ochronić pracowników przed opisanymi skutkami bezpośredniego i pośredniego oddziaływania pól, zarówno występującymi w czasie oddziaływania pola, jak i przed utratą zdrowia wskutek oddziaływania wieloletniego.

Istotnym, choć często nie uświadamianym zagrożeniem dla zdrowia (niekiedy także życia), mogą być wyładowania elektrostatyczne z naelektryzowanego ciała człowieka (rys. 3). Przypadkowe, nieoczekiwane wyładowania mogą powodować gwałtowne, odruchowe reakcje uniku lub wycofania, mogące prowadzić do upadku, uderzenia, kontaktu z maszyną itp., a w konsekwencji do poważnych urazów ciała. Obecnie nie ma znormalizowanej metody oceny tego zagrożenia. Najwłaściwszy wydaje się pomiar wartości ładunku elektrostatycznego zgromadzonego na powierzchni ciała i porównanie go z minimalną wartością ładunku, którego przepływ, w czasie wyładowania iskrowego, może odczuć człowiek. W przypadku, gdy ładunek elektrostatyczny jest indukowany na ciele człowieka przez pole elektrostatyczne, możliwe jest numeryczne lub doświadczalne oszacowanie zależności między natężeniem pola i wartością indukowanego ładunku. Prace nad tą metodą oceny zagrożenia są obecnie prowadzone w Laboratorium Elektryczności Statycznej CIOP-PIB. Z kolei w GUM podjęto próbę uruchomienia stanowiska wzorca pola elektro-

statycznego, które w przyszłości będzie służyło do wzorcowania mierników (sond) pola elektrostatycznego do ok. 170 000 V/m.



Rys. 3. Wyładowanie elektrostatyczne iskrowe (pojemnościowe), zachodzi między przewodnikami przy różnicy potencjałów większej od 300 V, zapala wszystkie atmosfery wybuchowe gazowe oraz większość atmosfer wybuchowych pyłowych (Grabarczyk, Kurczewska, 2008)

6. Miarodajność pomiarów pól elektromagnetycznych

W celu zapewnienia wiarygodności wykonywanych pomiarów, niezbędne jest okresowe wzorcowanie aparatury pomiarowej. W Polsce istnieją tylko dwa laboratoria pomiarowe, akredytowane przez PCA, wzorcujące mierniki pól elektromagnetycznych (w tym CIOP-PIB, ITTiA PWr). Wzorcowanie mierników wykonuje także GUM. Na rynku działa wiele firm, akredytowanych jako laboratoria badawcze, wykonujących pomiary pól elektromagnetycznych. Jednak różnorodność stosowanej aparatury pomiarowej, często wątpliwej jakości, nie zawsze zapewnia odpowiednią rzetelność tych pomiarów. Istniejący system akredytacji laboratoriów badawczych do niedawna nie wymagał, zbyt rygorystycznie od tych laboratoriów, potwierdzania parametrów metrologicznych przyrządów pomiarowych, poprzez ich okresowe wzorcowanie, znacznie obniżając poziom jakości pomiarów, mających przecież tak ważne znaczenie dla bezpieczeństwa (pracowników, ogółu ludności, a także urządzeń technicznych). Pomiary pól elektromagnetycznych wymagają dość specjalistycznej i bardzo kosztownej aparatury pomiarowej. Główny Urząd Miar stara się zapewnić spójność pomiarową dla laboratoriów akredytowanych poprzez wzorcowanie swoich wzorców odniesienia w zagranicznych Krajowych Instytutach Metrologicznych oraz udział w porównaniach międzynarodowych (dwustronnych i kluczowych).

Jednakże brak formalnych wymagań dotyczących mierników do pomiaru pól elektromagnetycznych utrudnia eliminację z rynku mierników o nieodpowiedniej parametrach metrologicznych i konstrukcji, np. wrażliwych na zakłócenia układów elektronicznych przez pola środowiskowe (brak badań typu).

7. Podsumowanie

Zagrożenia elektromagnetyczne są na tyle poważne, że wymagają różnorodnych, kompleksowych działań profilaktycznych, opartych w znacznej mierze na systemie kontroli urządzeń i warunków narażeń środowiskowych, w ramach której kluczowe znaczenie mają

pomiary pól elektromagnetycznych. Ich miarodajność, niezbędna dla właściwego funkcjonowania tego systemu wymaga właściwej kontroli metrologicznej aparatury pomiarowej. Podstawą tego systemu są laboratoria wzorcujące (CIOP-PIB, ITTiA PWR, GUM) zapewniające, na odpowiednio wysokim poziomie, spójność pomiarową wzorcowanych mierników pól elektromagnetycznych. Laboratoria te poprzez wieloletnią współpracę oraz wzajemne okresowe porównania potwierdzają swoje kompetencje w zakresie rzetelności wykonywanych wzorcowań.

Publikacja opracowana z wykorzystaniem wyników programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2008 – 2013 ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Bibliografia

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices. 2012.
2. Grabarczyk Z., Kurczewska A.: *Zagrożenia elektrostatyczne w strefach zagrożonych wybuchem*. Warszawa, CIOP-PIB, 2008.
3. Grudziński E., Widłaszewski W.: *Wzorce transferowe pola elektromagnetycznego*. Pomiar Automatyka Kontrola, 2007, nr 9bis, s. 50-53.
4. Gryz K., Karpowicz J.: *Zasady oceny zagrożeń elektromagnetycznych związanych z występowaniem prądów indukowanych i kontaktowych*. Podstawy i Metody Oceny Środowisko Pracy, 2008, nr 4(58), s. 137-171.
5. Gryz K., Karpowicz J.: *Ekspozycja na pola elektromagnetyczne w pomieszczeniach biurowych i metody jej ograniczania*, Przegląd Elektrotechniczny nr 12, 2004, s. 1188-1193.
6. Karpowicz J., Gryz K.: *Bezpieczeństwo pacjentów i pracowników przy wykorzystaniu pól elektromagnetycznych w diagnostyce i terapii medycznej*, Inżynier Medyczny – fizyka – inżynieria – elektroradiologia – radiologia, vol. 1, 1/2012, 25-28.
7. Karpowicz J., Gryz K.: *Pola elektromagnetyczne jako zagrożenia wypadkowe*, Atest – Ochrona Pracy, 2010, nr 3, s. 23-26.
8. Karpowicz J.: *Pola elektromagnetyczne*. W: *Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny*. Red. W. M. Zawieska. Warszawa, CIOP-PIB, 2007, s. 227-258.
9. Karpowicz J., Gryz K.: *Pola i promieniowanie elektromagnetyczne*. W: *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne*, red. D. Augustyńska, M. Pośniak. Warszawa, CIOP-PIB, 2010, 223-241.
10. PN-EN 60601-2-33:2003. *Medyczne urządzenia elektryczne. Część 2-33: Szczegółowe wymagania bezpieczeństwa urządzeń rezonansu magnetycznego do diagnostyki medycznej*.
11. PN-92/E-05201. *Ochrona przed elektrycznością statyczną. Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych*.
12. PN-E-05203:1992. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem – Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu*.
13. PN-E-05200:1992. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Terminologia*.
14. PN-E-05201:1992. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Metody oceny zagrożeń wywołanych elektryzacją materiałów dielektrycznych stałych – Metody oceny zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego*.
15. PN-E-05202:1992. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Bezpieczeństwo pożarowe i/lub wybuchowe – Wymagania ogólne*.
16. PN-E-05203:1992. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Materiały i wyroby stosowane w obiektach oraz strefach zagrożonych wybuchem – Metody badania oporu elektrycznego właściwego i oporu upływu*.

17. PN-E-05204:1994. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania.*
18. PN-E-05205:1997. *Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona przed elektrycznością statyczną w produkcji i stosowaniu materiałów wybuchowych – Wymagania.*
19. PN-T-06580-1:2002. *Ochrona pracy w polach i promieniowaniu elektromagnetycznym o częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz. Część 1. Terminologia.* Arkusz 01. *Terminologia*; Arkusz 03. *Metody pomiaru i oceny pola na stanowisku pracy.*
20. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Załącznik 2, Część E. *Pola i promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu częstotliwości 0 Hz – 300 GHz.* Dz. U. nr 217, poz. 1833 (zm. Dz. U. z 2005, nr 212, poz. 1759).
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów. Dz. U. z 2003, nr 192 poz. 1883.
22. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. Dz. U. z 1996, nr 114, poz. 545 i zm. Dz. U. z 2002, nr 127, poz. 1092.
23. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac Dz. U. z 2004, nr 200, poz. 2047, zm. Dz. U. z 2005, nr 136. poz. 1145.
24. Serwis internetowy: Pola elektromagnetyczne w środowisku pracy i życia człowieka. <http://www.ciop.pl/EMF>.
25. Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej Dz. U. z 2007, nr 82 poz. 556.

Okręgowy Urząd Miar w Warszawie

Jarosław Wójcik

1. Wprowadzenie

Okręgowy Urząd Miar w Warszawie został powołany 1 lipca 1919 roku. Od tego czasu siedziba Urzędu mieści się w Warszawie przy ul. Elektorальной 4/6. Urząd jest pracodawcą dla 180 osób (w tym również Obwodowych Urzędów Miar). W siedzibie Urzędu Okręgowego pracuje 67 osób.

Obszar działania urzędu to trzy województwa: mazowieckie, podlaskie i lubelskie. Na obszarze tym działa również osiem obwodowych urzędów miar, którymi kierują naczelnicy powoływani przez Prezesa Głównego Urzędu Miar. Obwodowe urzędy miar znajdują się w: Warszawie, Zamościu, Siedlcach, Ostrołęce, Białymstoku, Płocku, Lublinie i Radomiu.

W strukturze Okręgowego Urzędu Miar w Warszawie znajdują się:

1. Wydziały Techniczne:
 - a) Wydział Masy i Siły (W1),
 - b) Wydział Termodynamiki i Fizykochemii (W2),
 - c) Wydział Elektryczny i Elektroniki (W3),
2. Wydział Nadzoru Metrologicznego i Polityki Rynkowej (WN),
3. Wydział Księgowości (WK),
4. Wydział Administracyjno-Gospodarczy (WA),
5. Referat Kadr, Płac i Szkolenia (RO),
6. Samodzielne stanowiska pracy: informatyk, stanowisko ds. BHP, stanowisko ds. kontroli wewnętrznej.

W ramach Okręgowego Urzędu Miar w Warszawie działa Zespół Laboratoriów Wzorcujących (akredytowanych) oraz [Jednostka Notyfikowana Nr 1448](#).

2. Wydziały Techniczne

Wydział Masy i Siły posiada akredytację w dziedzinach długości, siły, twardości i masy. Wydział tworzą trzy laboratoria pomiarowe: Laboratorium Pomiarów Masy, Laboratorium Pomiarów Siły oraz Laboratorium Pomiarów Prędkości, Długości i Kąta. W Laboratorium Pomiarów Masy wykonywana jest legalizacja i wzorcowanie odważników klasy dokładności F_1 i F_2 oraz wzorcowanie wzorców masy klasy F_1 , F_2 i M_1 , M_2 . Laboratorium wyposażone jest w nowoczesne wagi - komparatory masy oraz kontrolne wzorce masy, umożliwiające przeprowadzanie pomiarów w zakresie od 50 kg do 1 mg. Dodatkowo laboratorium posiada dźwig do nakładania wzorców masy 50 kg oraz oprogramowanie do obróbki wyników pomiarów. Laboratorium Pomiarów Siły zajmuje się wzorcowaniem maszyn wytrzymałościowych: uniwersalnych, pras i zrywarek. W laboratorium tym prowadzi się również wzorcowania twardościomierzy Rockwella, Brinella, Vickersa oraz wgłębników diamentowych Rockwella i wzorców twardości Brinella. Należy podkreślić, że oprócz Głównego Urzędu Miar jest to jedyne laboratorium w Polsce, które wzorcuje wgłębniki diamentowe i wzorce twardości.

W Laboratorium Pomiarów Prędkości, Długości i Kąta można dokonać wzorcowania całej gamy przyrządów do pomiaru długości i kąta. Przede wszystkim jednak Laboratorium

zajmuje się wzorcowaniem płytek wzorcowych długości klasy 0, 1 i 2 do 500 mm oraz stanowisk kontrolnych do legalizacji taksometrów i tachografów. Stanowiska te stosowane są w punktach legalizacyjnych i w zakładach naprawy i instalacji taksometrów i tachografów.



Zestaw wag analitycznych stosowanych do wzorcowania wzorców masy kl. F_1 i F_2

Wydział Termodynamiki i Fizykochemii posiada akredytację w dziedzinach: wielkości chemiczne, gęstość i lepkość, temperatura. Wydział tworzą 3 laboratoria: Laboratorium Pomiarów Temperatury, Laboratorium Pomiarów Objętości, Przepływu i Ciśnienia oraz Laboratorium Pomiarów Gęstości. Laboratoria wykonują: wzorcowania, sprawdzenia i ekspertyzy przyrządów między innymi: pehametrów, konduktometrów, densymetrów, termodynamometrów, gęstościomierzy, termometrów elektrycznych i szklanych.

Wydział wykonuje również wzorcowanie przyrządów kontrolnych służących między innymi do legalizacji wodomierzy i przetworników przepływu do ciepłomierzy. Należy zaznaczyć, że Laboratorium Pomiarów Temperatury jako jedno z niewielu laboratoriów pomiarowych w kraju ma wyposażenie do sprawdzania przyrządów do pomiaru temperatury w zakresie od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pracownicy Wydziału obsługują również punkt legalizacyjny areometrów.



Stanowisko do wzorcowania gęstościomierzy oscylacyjnych

Wydział Elektryczny i Elektroniki posiada akredytację w dziedzinach: napięcie i prąd (stały), napięcie i prąd (zmienny), rezystancja, czas i częstotliwość. Wykonywane są tu wzorcowania i ekspertyzy między innymi: mierników napięcia, mierników prądu, kalibratorów, multimetrów, mierników rezystancji, mostków, sekundomierzy i torów czasowych. Obecnie trwają przygotowania do rozszerzenia akredytacji o wzorcowanie termopar.

Wydział zajmuje się również legalizacją liczników energii elektrycznej i legalizacją przyrządów do pomiaru prędkości oraz wzorcowaniem przekładników prądowych i napięciowych. Pracownicy wydziału obsługują również punkty legalizacyjne: liczników energii oraz przyrządów do pomiaru prędkości pojazdów w ruchu drogowym (radarowych, laserowych i prędkościomierzy kontrolnych).



Wzorcowanie multimetru przy pomocy kalibratora Fluke 5700A

Do podstawowych zadań urzędu miar należy także przeprowadzanie kontroli użytkowników przyrządów pomiarowych. Największa część kontroli przeprowadzana jest w obszarach najistotniejszych dla ochrony rynku i konsumenta. Są to kontrole stacji paliw oraz placówek handlowo-usługowych. Kontroli podlegają takie przyrządy jak wagi, odmierzacze paliw ciekłych na stacjach paliw, ale także taksometry, wodomierze, ciepłomierze i liczniki energii elektrycznej stosowane do rozliczeń dostarczanych odbiorcom mediów. W roku 2011 przeprowadzono łącznie 1732 takie kontrole, w czasie których skontrolowano łącznie 1 095 894 szt. przyrządów pomiarowych. Do zadań urzędu związanych ze sprawowaniem nadzoru należy także przeprowadzanie kontroli u producentów towarów paczkowanych. W 2011 roku OUM w Warszawie przeprowadził 653 takie kontrole.

Urząd sprawuje nadzór nad podmiotami upoważnionymi do legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych (13 podmiotów upoważnionych), jak również nad podmiotami posiadającymi zezwolenia w zakresie instalacji, w tym aktywacji, napraw lub sprawdzania tachografów samochodowych (88 podmiotów upoważnionych w zakresie tachografów cyfrowych i 92 podmioty upoważnione w zakresie tachografów analogowych).

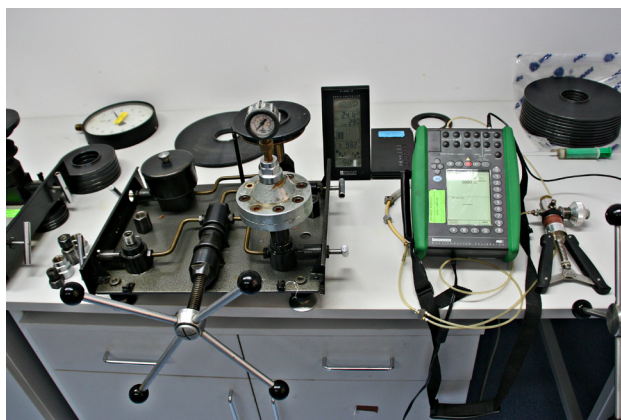
Ponadto pracownicy wydziałów technicznych, a także obwodowych urzędów miar, zapewniają obsługę kadrową na 53 punktach legalizacyjnych.

3. Obwodowe Urzędy Miar

3.1. Obwodowy Urząd Miar w Warszawie

Urząd, którego siedziba mieści się w Warszawie przy ul. Elektoralnej 4/6, posiada laboratoria akredytowane i notyfikowane. Jest największym urzędem w kraju pod względem liczby zatrudnionych osób oraz wielkości uzyskiwanego dochodu. Świadczy usługi związane z legalizacją, wzorcowaniem oraz oceną zgodności przyrządów dla wielu firm krajowych i zagranicznych. Ponadto posiada akredytację w zakresie wzorcowania wag nieautomatycznych, wzorców masy i ciśnieniomierzy.

Na obszarze Obwodowego Urzędu Miar w Warszawie działa wielu producentów przyrządów pomiarowych, importerów (lub ich upoważnionych przedstawicieli). W samej Warszawie jest prawie 30 zakładów naprawy i serwisu wag nieautomatycznych. Ponadto zarejestrowanych jest 420 podmiotów paczkujących (najwięcej w całym kraju dla jednego urzędu miar). W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 9 % w stosunku do roku 2010. Działa tu również 14 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto 26 zakładów posiada zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych, działają 24 punkty legalizacyjne (w 15. firmach) i 4 podmioty posiadające upoważnienie Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.



Stanowisko kontrolne do wzorcowania ciśnieniomierzy

3.2. Obwodowy Urząd Miar w Zamościu



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Zamościu

Urząd położony jest we wschodniej części województwa lubelskiego przy granicy z Ukrainą, a siedziba jego mieści się w Zamościu przy ul. Partyzantów 94. Z uwagi na fakt, że obecna wschodnia granica Polski jest jednocześnie granicą strefy Schengen, urząd ten spełnia istotną rolę. Ma „pod swoją opieką” wagi samochodowe i kolejowe użytkowane na przejściach granicznych, w tym także wagi kolejowe szerokotorowe użytkowane w terminalu przeładunkowym w Werchracie oraz na szerokotorowej Linii Hutniczo-Siarkowej LHS.

Urząd dokonuje także legalizacji powszechnie stosowanych przyrządów pomiarowych: wag nieautomatycznych, odmierzaczy paliw, instalacji pomiarowych, manometrów do pomiaru ciśnienia w oponach kół pojazdów i innych. Urząd sprawuje też nadzór nad przestrzeganiem przepisów ustawy Prawo o miarach i ustawy o towarach paczkowanych.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowane są 82 podmioty paczkujące. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 27 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 7 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działa 1 zakład posiadający zezwolenie na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych i 1 podmiot posiadający upoważnienie Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.



Pracownia ciśnienia w Obwodowym Urzędzie Miar w Zamościu

3.3. Obwodowy Urząd Miar w Siedlcach



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Siedlcach

Urząd posiada laboratoria akredytowane, a siedziba jego mieści się w Siedlcach przy ul. 10 Lutego 22. Urząd, jako jedyny w Polsce, ma kompletnie wyposażoną Pracownię Dużych Wzorców Masy. Na wyposażenie tej pracowni składa się 30 szt. wzorców masy klasy M_1 o masie 1000 kg każdy, komplet wzorców kontrolnych klasy F_2 o masie 500 kg i 1000 kg oraz waga legalizacyjna o obciążeniu maksymalnym równym 2000 kg. Wzorce te są wykorzystywane do wykonywania legalizacji i oceny zgodności wag o dużych udźwignach. Urząd posiada także bardzo dobrze wyposażoną pracownię pomiarów objętości, gdzie

wykonywane jest wzorcowanie kolb pomiarowych II rzędu o pojemnościach od 2 dm³ do 500 dm³. Na wyposażenie tej pracowni składa się komplet kolb pomiarowych I rzędu oraz zbiornik pomiarowy na wodę ze spływem grawitacyjnym. Urząd posiada także stanowisko do badania i legalizacji wag do pomiarów nacisku na oś pojazdu. Świadczy usługi związane z wzorcowaniem, w ramach posiadanej akredytacji, przyrządów do pomiaru długości – płytek wzorcowych oraz wzorców masy. Oprócz tego zajmuje się także legalizacją przyrządów pomiarowych stosowanych do rozliczeń handlowych, kontrolą stanu przestrzegania przepisów ustawy Prawo o miarach, w tym także kontrolami podmiotów posiadających zezwolenia na naprawy i instalacje tachografów samochodowych oraz kontrolami producentów towarów paczkowanych.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowanych jest 126 podmiotów paczkujących. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 9,6 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 12 podmiotów posiadających zezwolenie na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działa 17 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych, 3 punkty legalizacyjne i 2 podmioty posiadające upoważnienia Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.



Pracownia Dużych Wzorców Masy w Obwodowym Urzędzie Miar w Siedlcach – na wagę legalizacyjną wstawiany jest wzorzec masy kl. F₂ o masie 1000 kg (za nim wzorce masy żeliwne kl. M₁ o masie 1000 kg)

3.4. Obwodowy Urząd Miar w Ostrołęce



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Ostrołęce

Siedziba urzędu mieści się w Ostrołęce przy ul. I Armii Wojska Polskiego. Urząd położony w pñn.-wsch. części województwa mazowieckiego, a wyróżnikiem jest fakt obsługi punktu legalizacyjnego ciepłomierzy i ich części składowych, jako jedyny punkt legalizacyjny zapewniający legalizację tych przyrządów pomiarowych w tej części kraju, gdyż pozostałe, najbliższe, mają swoje siedziby w Warszawie i Gdańsku.

Urząd zapewnia także obsługę kadrową firmie ABB w Przasnyszu, która jest wiodącym w Europie producentem przekładników prądowych i napięciowych, w tym także przekładników 123 kV, w zakresie ich wzorcowania. Przeprowadzona wizytacja przedstawicieli zarządu firmy z Niemiec z uznaniem wyraziła się o współpracy z urzędem miar, potwierdzając kompetencje i wysoką jakość wykonywanych wzorcowań.

Oprócz tych czynności urząd dokonuje szeregu legalizacji wielu rodzajów przyrządów pomiarowych: wag nieautomatycznych, odmierzaczy paliw i gazu płynnego, instalacji pomiarowych i innych oraz przeprowadza czynności kontrolne związane z nadzorem nad przestrzeganiem przepisów ustawy Prawo o miarach i ustawy o towarach paczkowanych.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowane są 52 podmioty paczkujące. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 10 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 10 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działa 10 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych, 5 punktów legalizacyjnych i 2 podmioty posiadające upoważnienie Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.

3.5. Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku

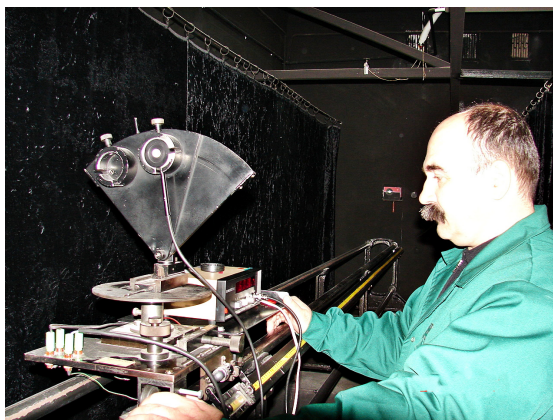


Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Białymstoku

Urząd posiada laboratoria akredytowane i notyfikowane, a jego siedziba mieści się w Białymstoku przy ul. Kopernika 89. Jest jedynym urzędem miar na obszarze województwa podlaskiego. Posiada unikalną pracownię fotometryczną, zapewnia Polsce „kompleksową obsługę” stacji kontroli pojazdów, legalizując analizatory spalin samochodowych i manometry do pomiaru ciśnienia w oponach kół pojazdów samochodowych oraz wzorcując mierniki poziomu dźwięku. Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku sprawuje również nadzór nad przestrzeganiem ustawy Prawo o miarach i towarach paczkowanych na całym obszarze województwa podlaskiego.

Urząd posiada akredytację w zakresie wzorcowania mierników poziomu dźwięku i luksomierzy. Przygotowuje się do akredytacji wag nieautomatycznych.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowanych jest 166 podmiotów paczkujących. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 5 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 15 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie określonej działalności gospodarczej, nad którymi nadzór sprawuje Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku – tachografy analogowe. Ponadto na tym terenie działa 16 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie określonej działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych, 4 punkty legalizacyjne i 1 podmiot posiadający upoważnienie Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.



Sprawdzanie luksomierza w ciemni fotometrycznej w Obw. UM w Białymstoku

3.6. Obwodowy Urząd Miar w Płocku



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Płocku

Siedziba urzędu mieści się w Płocku przy ul. Harcerza Antolka Gradowskiego 5. Urząd specjalizuje się w czynnościach związanych kontrolami metrologicznymi (legalizacją i wzorcowaniem) przyrządów pomiarowych na rzecz PKN ORLEN i PERN (oraz firm współpracujących z PKN ORLEN i PERN). Legalizacjami objęte są zbiorniki pomiarowe o pojemnościach do 100 000 m³, instalacje pomiarowe do napełniania cystern paliwem i gazem płynnym LPG, instalacje do produktów ropopochodnych i cały szereg innych przyrządów stosowanych w PKN ORLEN. Urząd wykonuje również, na zlecenie GUM, badania zbiorników pomiarowych w celu zatwierdzenia typu. Obwodowy Urząd Miar w Płocku jako pierwszy, i na razie jedyny w Polsce, dokonał badań do zatwierdzenia typu zbiorników pomiarowych kulistych ciśnieniowych.

Oprócz powyższych „specyficznych” zadań urząd zajmuje się „codzienną pracą” związaną z legalizacją przyrządów pomiarowych stosowanych do rozliczeń handlowych, kontrolą stanu przestrzegania przepisów ustawy Prawo o miarach, w tym także kontrolami podmiotów posiadających zezwolenia na naprawy i instalacje tachografów samochodowych oraz kontrolami producentów towarów paczkowanych.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowanych jest 110 podmiotów paczkujących. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 5 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 8 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działa 6 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych.

3.7. Obwodowy Urząd Miar w Lublinie



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Lublinie

Urząd posiada laboratoria akredytowane i notyfikowane, a siedziba mieści się w Lublinie przy ul. Strzeleckiej 1A. Jest to urząd w stolicy województwa lubelskiego, w mieście będącym centrum przemysłowym i naukowym województwa, i regionu. W Lublinie i najbliższej okolicy mają swoje siedziby najwięksi klienci urzędu (przemysł, handel i usługi), punkty legalizacyjne wodomierzy i ciepłomierzy, użytkownicy przyrządów pomiarowych oraz zakłady napraw i serwisu. Urząd oprócz czynności legalizacyjnych, przeprowadza także szereg kontroli użytkowników przyrządów pomiarowych, producentów towarów paczkowanych oraz podmiotów upoważnionych do napraw i instalacji tachografów samochodowych. W Lublinie mają także siedziby wyższe uczelnie: Uniwersytet Marii Skłodowskiej-Curie, Politechnika Lubelska oraz Akademia Rolnicza, z którymi urząd współpracuje w zakresie wzorcowania użytkowanych przyrządów pomiarowych.

Urząd posiada akredytację w zakresie wzorcowania wag nieautomatycznych i wzorców masy.

Na obszarze działania urzędu zarejestrowanych jest 188 podmiotów paczkujących. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 8,5 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 9 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działa 7 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych, 7 punktów legalizacyjnych i 3 podmioty posiadające upoważnienie Prezesa GUM do wykonywania legalizacji pierwotnej i legalizacji ponownej przyrządów pomiarowych.



Legalizacja taksometrów na stanowisku kontrolnym w Obw. UM w Lublinie

3.8. Obwodowy Urząd Miar w Radomiu



Budynek Obwodowego Urzędu Miar w Radomiu

Urząd posiada laboratoria akredytowane i notyfikowane, a siedziba mieści się w Radomiu przy ul. Odrodzenia 38. Urząd, położony w południowej części województwa mazowieckiego, spełnia ważną rolę na mapie Okręgowego Urzędu Miar w Warszawie. Urząd dokonuje wielu różnorodnych czynności związanych z legalizacją i wzorcowaniem przyrządów pomiarowych. Jako jeden z niewielu podpisał umowę o stałej współpracy z firmami zgłaszającymi przyrządy pomiarowe do oceny zgodności – instalacji pomiarowych do cieczy innych niż woda. Urząd ten specjalizuje się ponadto w kontrolach metrologicznych odmierzaczy gazu płynnego propan-butan. Oprócz tych czynności wykonywana jest legalizacja wielu rodzajów przyrządów pomiarowych: wag nieautomatycznych, odmierzaczy paliw i gazu płynnego, instalacji pomiarowych i innych oraz przeprowadzane są czynności kontrolne związane z nadzorem nad przestrzeganiem przepisów ustawy Prawo o miarach i ustawy o towarach paczkowanych.

Urząd posiada akredytację w zakresie wzorcowania wag nieautomatycznych i wzorców masy.

Na obszarze działania Urzędu zarejestrowanych jest 57 podmiotów paczkujących. W roku 2011 liczba tych podmiotów wzrosła o 2 % w stosunku do roku 2010. Na obszarze tym działa również 9 podmiotów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie wykonywania napraw lub instalacji oraz sprawdzania tachografów analogowych. Ponadto na tym terenie działają 2 punkty legalizacyjne i 5 zakładów posiadających zezwolenia na prowadzenie działalności gospodarczej – naprawę tachografów cyfrowych.



Dwie generacje stanowisk kontrolnych do legalizacji taksometrów – po lewej tester TT-1, po prawej tester TT-2 umożliwiające sprawdzanie taksometrów w cyklu automatycznym

Zapraszamy do współpracy i korzystania z usług Okręgowego Urzędu Miar w Warszawie. Szczegółowe informacje są dostępne pod numerem telefonu: 22 581 92 62 oraz na stronie internetowej www.warszawa.oum.gov.pl.

Wartość estetyczna metrologii

Jan Malinowski

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej – Laboratorium Metrologii

Metrologia zawdzięcza swe piękno głównie powiązaniom z fizyką. Źródłem przeżyć estetycznych są wytworzone w umyśle wyobrażenia. W artykule przedstawiono piękno układu SI w świetle estetyki pitagorejczyków. Wykazano piękno pełnego wyniku pomiaru oraz uzasadniono trzy jego własności: wartość estetyczną, etyczną i poznawczą. Istnienie piękna w metrologii budzi podziw, co można wykorzystać między innymi w dydaktyce.

Aesthetic value of metrology

The beauty of metrology lies mainly in its relationship to physics. The source of aesthetic experience is imagination created in the mind. The article presents the beauty of the International System of Units (SI) in the light of Pythagorean aesthetics. The article demonstrates the beauty of the full result of measurement and explains three of its features: the aesthetic, the ethical, and the cognitive values. The existence of beauty in metrology can arouse admiration, which can be used among other things in didactics.

1. Wstęp

Piękno zwykle się kojarzy z sztuką, dostrzega się też piękno krajobrazu, przyrody, czasem mówi się o pięknie wyrobów rzemieślniczych. Stosunkowo rzadko słyszy się estetyczne zachwyty nad fizyką lub naukami matematyczno-fizycznymi. Przywołuje się wówczas wypowiedzi Einsteina, Heisenberga, Feynmana lub innych sławnych fizyków. Te głośne nazwiska mogą wywołać wrażenie, że dostrzeganie piękna w fizyce jest przywilejem jedynie wybitnych postaci nauki. Zgodna opinia znawców przeczy temu przypuszczeniu [1]. Trzeba spełnić jednak pewien warunek: dobre zrozumienie piękna praw natury wymaga znajomości matematyki [2].

Metrologia ma ścisły związek z fizyką, jej zasady są oparte na prawach fizyki, służy fizyce, ale jej obszar zastosowania jest znacznie szerszy. Jeśli zatem jest prawdą, że w fizyce występuje piękno, to powiązania nauki o pomiarach z fizyką upoważniają do postawienia tezy, że także metrologia, w jej obecnej postaci, jest piękna.

2. Piękno

Dziedziną wiedzy o pięknie jest estetyka. Pojęcie piękna jest pojęciem niejednoznacznym, w ciągu wieków ulegało przemianom i dlatego nie można podać definicji piękna. Przyjmuje się, że piękne jest to, co postrzegamy czy wyobrażamy sobie z upodobaniem i uznaniem. Postrzeganie polega na oglądaniu lub słuchaniu, a więc na percepcji zmysłami wzroku albo słuchu bodźców świetlnych lub akustycznych. W tym procesie źródłem przeżycia estetycznego jest to, co jest bezpośrednio dane, na przykład widok rzeźby lub dźwięki symfonii. Postrzeganie, oparte na wrażeniach wzrokowych lub słuchowych, charakteryzuje zatem czynnik *zmysłowy*. Wyobrażanie zaś, to wytwarzanie w umyśle – na przykład przy czytaniu lub słuchaniu powieści – obrazów, akcji, uczuć, które są następnie źródłem przeżyć estetycznych. Powieść, zapisana znakami, działa estetycznie pośrednio. Wyobrażanie, w przeciwieństwie do postrzegania, charakteryzuje czynnik *intelektualny* [3].

W starożytnej Grecji inicjatorami poglądów estetycznych byli filozofowie. Piękno utożsamiano z doskonałą proporcją, układem i stosunkiem części, a więc formą. W okresie

klasycznym (V i IV w. p.n.e.) filozofowie ze szkoły pitagorejskiej wnieśli doniosły wkład w rozwój estetyki. Wykorzystali matematykę do badań astronomicznych i stworzyli nowy obraz Wszechświata. Dostrzegli we Wszechświecie harmonię składników i nadali mu nazwę kosmos (κόσμος), czyli ład. Uważali, że Wszechświat jest zbudowany matematycznie i ta myśl miała podstawowe znaczenie dla ich estetyki. Akustyczne badania interwałów muzycznych doprowadziły ich do przekonania, że harmonijne współbrzmienie tonów ma charakter ilościowy, a więc matematyczny. Warto w tym miejscu przytoczyć opinię Heisenberga o tych dokonaniach: „Matematyczna struktura, (...) proporcja liczbowa, jako źródło harmonii – było to z pewnością jedno z najbardziej brzemiennych w skutki odkryć.” [4]. Według pitagorejczyków piękno jest obiektywną własnością rzeczy, jest układem ilościowym i zależy od liczby, miary i proporcji [5]. Koncepcja, że piękno polega na liczbie, mierze, proporcji, układzie i stosunku części przetrwała do współczesnych czasów i została nazwana Wielką Teorią estetyki zachodniej [6].

Od czasów starożytnej Grecji piękno było różnie rozumiane: początkowo jako forma, później jako wdzięk, subtelność, wzniosłość. Sokrates głosił, że piękno wielu rzeczy polega na ich odpowiedności, czyli zgodności z celem, któremu służą. Rzecz jest piękna jeśli jest – jak to się dziś mówi – stosowna, celowa lub funkcjonalna. Zmiany poglądów w dziejach estetyki spowodowały, że wdzięk, subtelność, wzniosłość, odpowiedność traktuje się jako odmiany piękna lub – jak to nazwali estetycy – kategorie piękna. Nazwa „kategoria” przysługuje odmianom ogólniejszym. Także forma zyskała rangę kategorii piękna. Uwzględniając wymienione kategorie, można podać szersze pojęcie piękna:

Piękne jest to, co oglądamy, słuchamy, czy wyobrażamy sobie z upodobaniem i uznaniem ze względu na wdzięk, subtelność, wzniosłość, odpowiedność i formę [6].

3. Piękno nauk matematyczno-fizycznych

Przedmiotem estetycznym jest wiedza z dziedziny metrologii lub innych nauk matematyczno-fizycznych. Wiedza ta jest wyrażona znakami matematycznymi, przy procedurach zaś i opisach – znakami słownymi. Proces dostrzegania piękna należy zacząć od skupienia badawczego na przedmiocie estetycznym. Wytworzone w umyśle wyobrażenia, myśli i związki wyróżnia czynnik *intelektualno-logiczny*. Sytuacja jest podobna do tej, jaka występuje przy czytaniu lub słuchaniu powieści, z tą istotną różnicą, że wyobrażenia i myśli powstałe w skupieniu badawczym cechuje ścisłość i logiczność. Pełnym przedmiotem estetycznym są łącznie wiedza podana znakami matematycznymi i słownymi oraz utworzone w umyśle – podczas skupienia badawczego – wyobrażenia, myśli i związki. Kontemplowana wiedza działa estetycznie pośrednio, a przeżycie estetyczne ma charakter intelektualno-logiczny [7].

Wiele fragmentów metrologii ma wartość estetyczną, za piękne można uznać także spektakularne pomiary, na przykład pomiar odległości galaktyki Andromedy M31 dokonany przez E. Hubble’a w latach dwudziestych XX w. [8], czy pomiar prędkości światła w National Bureau of Standards w 1972 r. [9]. W tym artykule przykładami będą układ SI oraz pełny wynik pomiaru.

4. Piękno układu SI i estetyka pitagorejczyków

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI) został uchwalony na 11. Generalnej Konferencji Miar (CGMP) w 1960 r. i z założenia miał być udoskonalany. Obecnie układ opiera się na siedmiu wielkościach i jednostkach podstawowych. W najbliższej przyszłości

planuje się redefinicję sześciu podstawowych jednostek miar [10]. W nowych definicjach zostaną wykorzystane stałe uniwersalne i fizyczne, przy czym stałe te będą wyrażone w jednostkach SI i otrzymają wartości dokładne. Dzięki tym zmianom wzrośnie dokładność odtwarzania jednostek podstawowych. Jedyną jednostką, która już obecnie wykorzystuje w definicji stałą uniwersalną – prędkość światła w próżni – jest metr. Pozostałe jednostki podstawowe: sekunda, kilogram, amper, kelwin, mol i kandela zostaną odpowiednio oparte na dokładnych wartościach: częstotliwości podstawowego stanu atomu cezu $133 \Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$, stałej Plancka h , ładunku elementarnym e , stałej Boltzmanna k , stałej Avogadro N_A oraz skuteczności świetlnej K_{cd} monochromatycznego promieniowania o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz.

Centralne znaczenie dla układu SI ma *podstawowa zasada metrologii*, która określa wymiar dowolnej wielkości pochodnej X :

$$X = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta \quad (1)$$

Wielkie litery po prawej stronie równania (1) oznaczają kolejno wielkości podstawowe: długość, masę, czas, prąd elektryczny, temperaturę termodynamiczną, licznosc materii i światłość; wykładniki potęgowe $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ są liczbami całkowitymi dodatnimi, ujemnymi, bądź zero.

Do tworzenia pochodnych jednostek miar wykorzystuje się równanie, w którym wielkości podstawowe zostały zastąpione odpowiednimi jednostkami podstawowymi:

$$1 \cdot \text{m}^\alpha \text{kg}^\beta \text{s}^\gamma \text{A}^\delta \text{K}^\epsilon \text{mol}^\zeta \text{cd}^\eta \quad (2)$$

gdzie m, kg, s, ... oznaczają jednostki podstawowe. Współczynnik przed jednostką jest zawsze równy jeden. Wyrażenie (2) jest uniwersalne i może także służyć, przez odpowiedni dobór wartości wykładników potęgowych, do tworzenia jednostek pochodnych.

Układ SI ma dwa uzupełnienia, które pełnią jedynie pomocniczą rolę: nazwy i oznaczenia specjalne wybranych jednostek pochodnych oraz przedrostki do wyrażania podwielokrotności i wielokrotności jednostek SI [11].

Pitagorejczycy uważali, że Wszechświat (*kosmos*) jest matematyczną proporcją i harmonią. Piękno określali terminem *harmonia*, ta zaś oznaczała zgodność, jedność składników, ład i zależała od *liczby, miary i proporcji*. Układ SI dobrze nawiązuje do głównych aksjomatów estetyki pitagorejczyków i zostanie przedstawiony w czterech, tworzących logiczną sekwencję, węzłach (rys. 1).

Węzeł 1: kosmos – ład

Korzeniami i zarazem fundamentem układu SI są stałe uniwersalne i fizyczne, na których – w najbliższej przyszłości – będą oparte definicje jednostek podstawowych. Według Heisenberga stałe uniwersalne to „skala przyrody”, parametry Wszechświata (*kosmosu*) [12].

Węzeł 2: miara

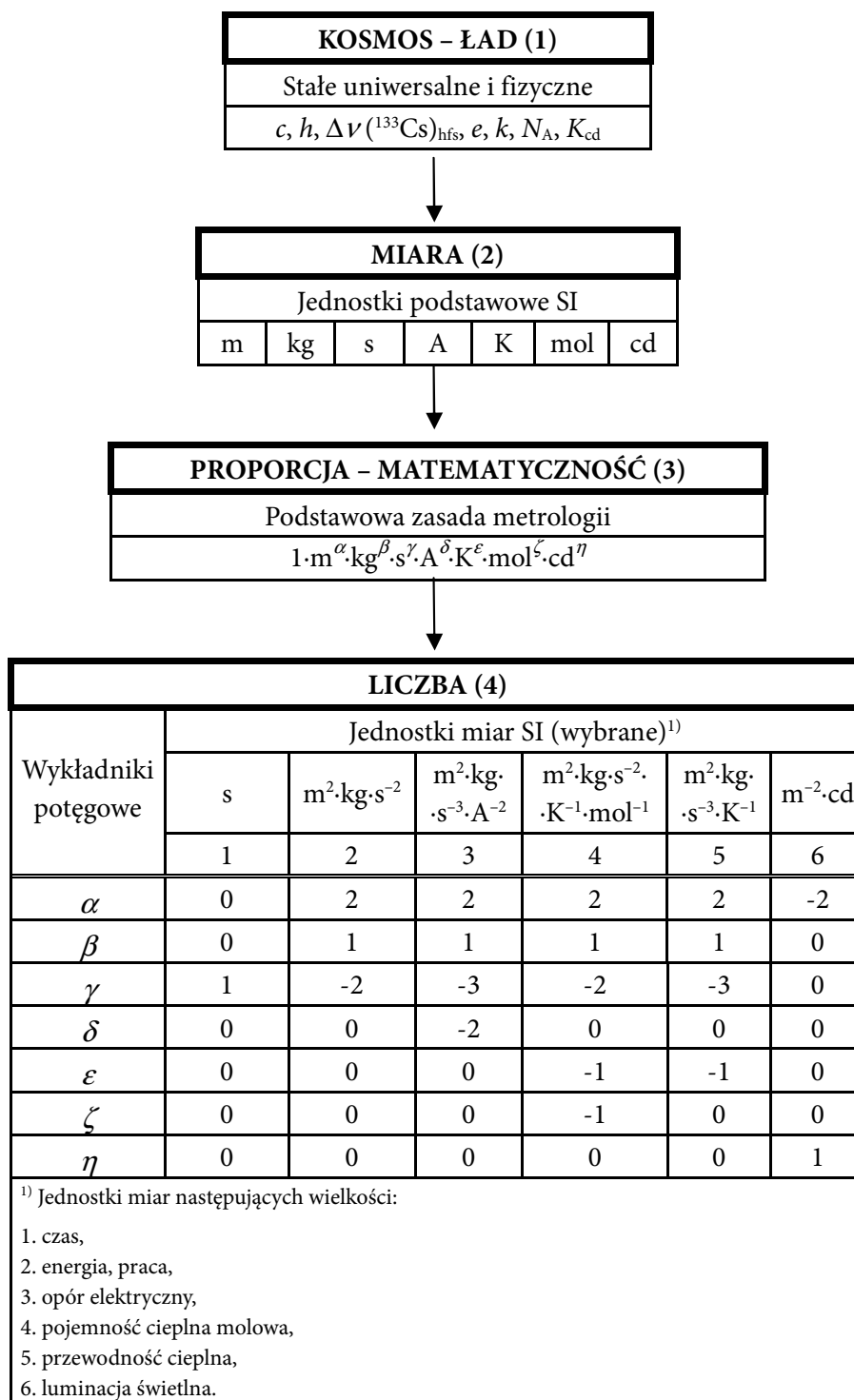
Zachowano właściwą miarę: bazę układu stanowi siedem jednostek podstawowych, zdefiniowanych w oparciu o stałe uniwersalne lub fizyczne z węzła 1.

Węzeł 3: proporcja – matematyczność

Matematyczność układu SI wynika z praw fizyki. Związek (2) ma kluczowe znaczenie – umożliwia tworzenie jednostek pochodnych we wszystkich teoriach fizycznych.

Węzeł 4: liczba

Postać jednostki miary SI zależy od wartości wykładników potęgowych $\alpha, \beta, \gamma, \dots$, a te są liczbami całkowitymi. Każdą jednostkę wyróżnia siedmioelementowy ciąg liczbowy. W tabeli podano przykładowo kilka jednostek i odpowiadających im ciągów – w istocie jest ich około trzystu [13].



Rys. 1. Cztery węzły struktury układu SI i ich związek z estetyką pitagorejczyków; tablica w węźle 4 stanowi zaledwie mały fragment całości

Według pitagorejczyków harmonia – piękno – jest układem matematycznym. Układ SI jest także układem matematycznym i jest piękny. Jednostki podstawowe wywodzą się ze źródeł Wszechświata, jego parametrów, za jakie uważa się stałe uniwersalne i fizyczne. Podstawowa zasada metrologii (1, 2), w postaci prostej formuły matematycznej, pozwala na tworzenie jednostek pochodnych, te zaś na wyrażanie ilościowe wszystkiego, co jest w świecie mierzalne. W filozofii i estetyce pitagorejczyków liczba pełniła bardzo ważną rolę. Podobnie jest w układzie SI: każdą jednostkę miary określa odpowiedni siedmioelementowy ciąg liczbowy.

Oceniając obiektywnie, struktura osnowy układu SI ma znamiona doskonałości (rys. 1). Zachwyca w swej prostocie i proporcji forma układu: od źródła – stałych uniwersalnych i fizycznych – do mnogości ciągów liczbowych określających jednostki miar. Układ jest piękny, ma niezaprzeczalną wartość estetyczną [7].

5. Piękno pełnego wyniku pomiaru

Wartość wielkości uzyskana w pomiarze nie jest wartością pewną, bowiem prawdziwa wartość mierzonej wielkości jest ze swej natury nieznana [14]. Jest tak, ponieważ zarówno liczbowy wynik pomiaru, jak i jednostka miary, nie są absolutnie pewne. O samym wyniku pomiaru można więc powiedzieć, że nie wyraża prawdziwej wartości. Ratunkiem w tej kłopotliwej sytuacji okazały się podstawy teorii niepewności pomiaru, opracowane na początku XIX w. przez trzech wybitnych matematyków; byli to A. M. Legendre, P. S. de Laplace oraz C. F. Gauss. Dzięki ich badaniom zostało wprowadzone pojęcie niepewności pomiaru, której wartość jest funkcją prawdopodobieństwa. Niepewność ta jest związana z rozkładem statystycznym, otrzymywanym na podstawie serii obserwacji. Aktualnie są prowadzone prace badawcze, mające na celu opracowanie uniwersalnej metodyki obliczania niepewności pomiaru, w każdej z dziedzin nauk przyrodniczych i technicznych [15].

Za niepewność pomiaru przyjmuje się:

- niepewność standardową $u = s$ lub
- niepewność rozszerzoną $U = k \cdot s$,

gdzie: s – odchylenie standardowe empiryczne, k – współczynnik rozszerzenia.

Wartość współczynnika k jest funkcją poziomu ufności. Wartości $k = 1$ odpowiada poziom ufności $P = 0,68$, gdy na przykład $k = 2$, poziom ufności $P = 0,95$.

Gdy usunie się błędy systematyczne, wówczas pełny wynik pomiaru podaje się w postaci $Y = y \pm U$. Zapis ten oznacza, że prawdziwa wartość mierzonej wielkości Y jest zawarta w przedziale symetrycznie położonym względem wyniku pomiaru y , z prawdopodobieństwem P , zależnym od przyjętej wartości współczynnika k :

$$y - U \leq Y \leq y + U \quad (3)$$

Interpretację wyniku pomiaru można zapisać bardziej zwięźle (na przykład dla $k = 2$):

$$P[y - U \leq Y \leq y + U] = 0,95 \quad (4)$$

Połączenie wyniku pomiaru (y) z niepewnością pomiaru (u lub U) daje spójną całość, którą traktuje się jako obiektywną informację o wartości mierzonej wielkości.

Co stanowi o pięknie pełnego wyniku pomiaru? Zaskakuje w swej zwięźłości forma zapisu: $Y = y \pm U$. Budzi podziw interpretacja: o czymś z natury nieznanym – nieokreślonym ostro, niepoznawalnym, wręcz tajemniczym – pada ścisły sąd wyrażony ilościowo językiem

rachunku prawdopodobieństwa. Jest rzeczą nadzwyczajną, że dotyczy każdej mierzalnej wielkości, zarówno o małej, jak i dużej wartości, oraz nie zależy od stopnia dokładności pomiaru. Zapis i interpretacja mają zatem charakter uniwersalny.

Pełny wynik pomiaru to nie tylko piękno formy, ale i odpowiedniości. Zdziwiają ogromne możliwości porównywania dokładności pomiarów, wykorzystania w zastosowaniach technologicznych, w obiektywnej ocenie dokładności przyrządów pomiarowych, itp.

Pełny wynik pomiaru – główny cel metrologii – ma wartość estetyczną, jest piękny. Jest to piękno obiektywne, bo można je dostrzec w każdym rzetelnie uzyskanym wyniku pomiaru.

6. Wartości pełnego wyniku pomiaru

Czy treść interpretacji pełnego zapisu wyniku pomiaru jest sądem prawdziwym? Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy odwołać się do teorii prawdy. Według klasycznej definicji sąd jest prawdziwy, jeśli jest zgodny z rzeczywistością. Na czym ma polegać zgodność z rzeczywistością? Jakie kryterium zastosować, aby móc stwierdzić zgodność sądu z realiami, ze światem? Pomocne okazały się teorie koherencyjna i pragmatyczna, dopełniają bowiem, przez odwołanie się do kryteriów, klasyczną definicję prawdy [16].

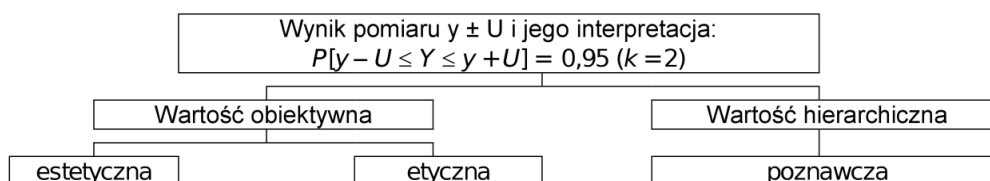
Teoria koherencyjna definiuje prawdę jako zgodność myśli między sobą; twierdzenie jest prawdziwe jeśli stanowi składnik spójnej całości [17]. Krzywa rozkładu błędów pomiaru opisana językiem matematyki ma ścisły związek z rachunkiem prawdopodobieństwa. Interpretacja pełnego wyniku pomiaru jest zgodna z systemem twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa, spełnia więc kryterium koherencyjnej teorii prawdy.

Według pragmatycznej teorii, o prawdziwości twierdzenia decyduje jego użyteczność w praktyce, w tym także zastosowaniach technicznych [17]. Wyznaczenie niepewności pomiaru wywodzi się z doświadczenia (odchylenie standardowe empiryczne) i dzięki temu jest użyteczne i przydatne w praktyce; wolno zatem przyjąć, że pragmatyczne kryterium prawdy zostało także spełnione.

Po spełnieniu kryteriów koherencyjnej i pragmatycznej teorii, zgodnie z klasyczną definicją prawdy, wolno uznać interpretację pełnego wyniku pomiaru za sąd prawdziwy. Treść wyniku pomiaru jest nie tylko prawdziwa, ale również racjonalna. Uzasadnieniem jest oparcie obliczeń na rachunku prawdopodobieństwa i danych empirycznych. Zmieniają się mierzone wielkości, wartości wyników i dokładności pomiarów, ale stopień wiarygodności przekazywanych informacji pozostaje zawsze ten sam.

Racjonalność jest dobrem; przeciwieństwo racjonalności – irracjonalność, prowadzi do chaosu, zagubienia, nieprzewidywalności, nie jest więc dobrem. Racjonalność ma zatem wymiar moralny, w dodatnim znaczeniu [18].

W starożytnej Grecji Platon wymienił razem triadę najwyższych wartości: piękno, prawda i dobro [19]. Zdziwiający jest związek tej triady z własnościami pełnego wyniku pomiaru, o którym można się wyrazić, że ma wartości: estetyczną, poznawczą i etyczną (rys. 2).



Rys. 2. Rodzaje wartości wyniku pomiaru i jego interpretacji

Wartości estetyczna i etyczna wyniku pomiaru nie zależą od rodzaju mierzonej wielkości oraz wartości wielkości, a także niepewności pomiaru, mają więc charakter obiektywny. Natomiast wartość poznawcza ma charakter hierarchiczny: wartość poznawczą wyniku pomiaru ocenia i określa indywidualny człowiek.

Wartości są bytami myślными, mogącymi istnieć tylko jako przedmiot myśli; nie są zatem bytami realnymi, istniejącymi niezależnie od poznającego podmiotu. Wartości istnieją obiektywnie. Warunkiem powstania w umyśle wartości jest zetknięcie się człowieka ze światem zewnętrznym.

Według Maxa Schelera wartości tworzą hierarchiczny porządek, od najniższych do najwyższych: hedoniczne (np. przyjemności zmysłowe), witalne (np. zdrowie, życie), duchowe (np. piękno, sprawiedliwość, poznawanie prawdy) oraz metafizyczno-religijne (np. świętość). Trzy wartości wyniku pomiaru (rys. 2) – według teorii Maxa Schelera – należą do duchowego stopnia porządku wartości; nie są wartościami hedonicznymi, ani też witalnymi [20].

7. Wnioski

1. Wyobrażenia i myśli powstałe podczas skupienia badawczego na naukach matematyczno-fizycznych charakteryzuje czynnik intelektualno-logiczny. Źródłem przeżycia estetycznego są wytworzone w umyśle wyobrażenia; przeżycie estetyczne ma charakter intelektualno-logiczny.
2. Z doświadczenia wiadomo, że łatwiej jest zauważyć piękno w dziełach sztuki, niż w naukach matematyczno-fizycznych. Warto pamiętać, że przeżycia estetyczne doznawane w kontaktach ze sztuką uczą dostrzegać piękno przyrody, praw fizyki, a więc także metrologii.
3. Dostrzeżenie w metrologii piękna budzi podziw. Metrologia jawi się nie tylko jako dostarczycielka informacji (wartości poznawczych), ale także źródło upodobania i uznania (wartości estetycznych).
4. Wartości estetyczne metrologii można wykorzystać m.in. w dydaktyce, do wzmocnienia motywacji poznania tej dziedziny wiedzy.
5. Powinnością człowieka jest rozwijanie kultury. Jednym z najważniejszych zadań kultury jest – obok doskonalenia i rozwijania uzdolnień ducha i ciała człowieka – rozwijanie nauk i sztuk oraz kultywowanie piękna. Odnajdywanie piękna w metrologii jest przyczynkiem do tej powinności.

Literatura

- [1] Chandrasekhar S.: *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- [2] Feynman R. P.: *Feynmana wykłady z fizyki. Charakter praw fizycznych*. Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
- [3] Tatarkiewicz W.: *Droga przez estetykę*. PWN, Warszawa 1972.
- [4] Heisenberg W.: *Ponad granicami*. PIW, Warszawa 1979.
- [5] Tatarkiewicz W.: *Historia estetyki. Estetyka starożytna*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1985.
- [6] Tatarkiewicz W.: *Parerga*. PWN, Warszawa 1978.
- [7] Malinowski J.: *Wartość estetyczna układu SI*. *Pomiary Automatyka Kontrola*, 7/2011, s. 814-817.
- [8] Osterbrock D. E., Gwinn J. A., Brashear R. S.: *Edwin Hubble i rozszerzający się Wszechświat*. *Świat Nauki*, 9/1993, s. 68-74.
- [9] Evenson K. M. et al.: *Speed of light from direct frequency and wavelength measurements of the methane-stabilized laser*. *Physical Review Letters*, Vol. 29, no. 19 (1972), s. 1346-1349.

- [10] Resolutions adopted by the General Conference on Weights and Measures (24th meeting), Paris, 17-21 October 2011.
- [11] Malinowski J.: *Wartości estetyczne w metrologii*. WNT, Warszawa 2010.
- [12] Heisenberg W.: *Fizyka a filozofia*. Książka i Wiedza, Warszawa 1965.
- [13] Massalski J. M., Studnicki J.: *Legalne jednostki miar i stałe fizyczne*. PWN, Warszawa 1988.
- [14] PKN-ISO/IEC Guide 99:2010 *Międzynarodowy słownik metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane (VIM)*.
- [15] Fotowicz P.: *Historyczne źródła niepewności pomiaru*. Metrologia. Biuletyn Głównego Urzędu Miar, nr 3/2009, s. 26-28.
- [16] Rosnerowa H.: *Współczesne spory o pojęcie prawdy i jej ekspresja*. Znak, nr 256, 10/1975, s. 1243-1261.
- [17] Mała encyklopedia logiki. Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich - Wydawnictwo, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1970
- [18] Heller M.: *O tajemnicy wszechświata. Rozmowy na koniec wieku*. Wydawnictwo ZNAK, Kraków 1999.
- [19] Platon: Faidros 246E, w tłum. L. Regnera. PWN, Warszawa 2004.
- [20] Andrzejewski B. (red.): *Słownik filozofów*. Filozofia powszechna. Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 1996.

Wydawca: **Główny Urząd Miar**

Prezes

JANINA MARIA POPOWSKA

tel. (22) 581 95 45, fax 620 84 11,

e-mail: prjp@gum.gov.pl

Wiceprezes do spraw metrologii prawnej

DOROTA HABICH

tel. (22) 581 93 26, fax 624 25 73,

e-mail: vprdh@gum.gov.pl

Wiceprezes do spraw metrologii naukowej

WŁODZIMIERZ POPIOŁEK

tel. (22) 581 95 49, fax 620 84 11, e-mail: vprwp@gum.gov.pl

Dyrektor Generalny Urzędu

ROBERT ZIÓŁKOWSKI

tel. (22) 581 93 78, fax 624 02 68, e-mail: dgu@gum.gov.pl

Redakcja: **Paweł Fotowicz** tel. (22) 581 92 95, e-mail: uncert@gum.gov.pl