

*Łukasz LITWINIUK  
Główny Urząd Miar  
Samodzielne Laboratorium Fotometrii i Radiometrii*

## **DZIAŁALNOŚĆ GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR W DZIEDZINIE FOTOMETRII I RADIOMETRII**

Przedstawiono ogólne informacje o zakresie działalności Samodzielnego Laboratorium Fotometrii i Radiometrii w Głównym Urzędzie Miar. Omówiono możliwości świadczenia usług pomiarowych, stosowane wzorce odniesienia i ich usytuowanie w światowym systemie przekazywania jednostek miar. Zasygnalizowano kierunki działań podejmowanych w dziedzinie fotometrii i radiometrii w ramach nowej strategii GUM.

**Słowa kluczowe:** fotometria i radiometria, wzorcowane, porównania międzynarodowe, EURAMET

## **PHOTOMETRY AND RADIOMETRY RELATED ACTIVITIES AT THE CENTRAL OFFICE OF MEASURES**

General information on activities of Photometry and Radiometry Laboratory at the Central Office of Measures (Główny Urząd Miar) is presented. Available services and reference measuring standards utilised in the lab along with their status in worldwide system of dissemination of the units of measures are described. New goals outlined in GUM strategy are briefly mentioned.

**Keywords:** photometry and radiometry, calibration, international comparisons, EURAMET

### **1. OBSZAR DZIAŁALNOŚCI**

Tradycja pomiarów w dziedzinie fotometrii i radiometrii w laboratoriach GUM sięga jeszcze czasów przedwojennych. Stopniowo poszerzana przez kolejne lata i przybierająca różne wcielenia organizacyjne obejmuje obecnie następujące poddziedziny i charakterystyczne dla nich wielkości pomiarowe:

1. spektrofotometrię UV-VIS-NIR w świetle przepuszczonym (widmowy współczynnik przepuszczania kierunkowego, gęstość optyczna widmowego współczynnika przepuszczania kierunkowego, długość fali promieniowania przepuszczonego, parametry kolorymetryczne filtrów);
2. spektrofotometrię UV-VIS-NIR w świetle odbitym (widmowy współczynnik odbicia, widmowy współczynnik luminancji w różnych geometriach pomiarowych, długość fali promieniowania odbitego, parametry kolorymetryczne obiektów odbijających promieniowanie widzialne w różnych geometriach pomiarowych dla różnych obserwatorów kolorymetrycznych i różnych iluminantów);
3. fotometrię źródeł światła (światłość, strumień świetlny, temperatura barwowa najbliższa, luminancja świetlna, natężenie oświetlenia, połysk);
4. radiometrię UV-VIS-NIR (natężenie napromienienia, czułość widmowa względem mocy promieniowania dla promieniowania niekoherentnego i nieimpulsowego koherentnego).

### **2. WYPOSAŻENIE**

Wiarygodność pomiarów wymienionych wyżej wielkości oparta jest o następujące wzorce odniesienia, utrzymywane w Laboratorium (niekiedy wykorzystywane jednocześnie dla więcej niż jednej wielkości pomiarowej):

- 1) wzorcowy spektrofotometr UV-VIS-NIR, CARY 5000 (wzorzec pierwotny);
- 2) wzorzec widmowego współczynnika luminancji w geometrii d/8 (wzorzec wtórny);
- 3) wzorzec widmowego współczynnika luminancji w geometrii 0/45 (wzorzec wtórny);
- 4) wzorce parametrów kolorymetrycznych promieniowania odbitego w różnych geometriach pomiarowych dla różnych obserwatorów kolorymetrycznych i różnych iluminantów (wzorzec wtórny);
- 5) wzorzec grupowy światłości (wzorzec wtórny, państwowy);
- 6) wzorzec grupowy strumienia świetlnego (wzorzec wtórny, państwowy);
- 7) wzorzec grupowy temperatury barwowej (wzorzec wtórny, państwowy);
- 8) wzorzec czułości widmowej dla promieniowania nie impulsowego koherentnego w zakresie widzialnym (wzorzec pierwotny);
- 9) wzorzec czułości widmowej dla promieniowania niekoherentnego w zakresie bliskiego nadfioletu (wzorzec wtórny);
- 10) wzorzec czułości widmowej dla promieniowania niekoherentnego w zakresie widzialnym (wzorzec wtórny);
- 11) wzorzec czułości widmowej dla promieniowania niekoherentnego w zakresie bliskiej podczerwieni (wzorzec wtórny);
- 12) wzorce wysokiego połysku w geometriach 20°/20°, 60°/60°, 85°/85° (wzorce wtórne).

Określenie „wzorzec wtórny” wskazuje, że jest on odniesiony do innego wzorca o mniejszej niepewności, utrzymywanego w zagranicznym NMI (krajowej instytucji metrologicznej, której odpowiednikiem w Polsce jest właśnie Główny Urząd Miar). Wzorce wtórne z dziedziny fotometrii i radiometrii, wykorzystywane w GUM, znajdują swoje odniesienie w laboratoriach PTB (Niemcy), Aalto (Finlandia), NPL (Wielka Brytania) i NRC (Kanada).

### 3. MIĘDZYNARODOWE GWARANCJE JAKOŚCI USŁUG

Laboratorium ma wdrożony system zarządzania zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących” i jest poddawane ocenie zagranicznych ekspertów w ramach systemu ocen wzajemnych (*peer review*). Powtarzane co 5 lat oceny wzajemne stanowią element budowy zaufania do kompetencji laboratoriów krajów członkowskich Konwencji Metrycznej, które podpisały „Porozumienie o wzajemnym uznawaniu państwowych wzorców jednostek miar oraz świadectw wzorcowania i świadectw pomiarów wydawanych przez krajowe instytucje metrologiczne”, zawarte pod auspicjami Międzynarodowego Komitetu Miar. Wzajemne uznawanie jest oparte o zatwierdzone międzynarodowo wpisy CMC (*Calibration and Measurement Capabilities*) laboratoriów NMI. Laboratorium posiada obecnie 15 wpisów CMC, dotyczących 8 wielkości z dziedziny fotometrii i radiometrii.

Uzyskanie zatwierdzenia dla zgłaszanej deklaracji CMC jest następstwem pozytywnego wyniku, jakie laboratorium uzyskało w międzynarodowych porównaniach pomiarów wielkości kluczowych – wielkości wybranych przez ekspertów skupionych w CCPR (Komitecie Doradczym Międzynarodowego Komitetu Miar ds. Fotometrii i Radiometrii) jako reprezentatywne dla oceny kompetencji laboratorium danego NMI zaangażowanego w tej dziedzinie. W okresie ostatnich kilku lat Laboratorium Fotometrii i Radiometrii GUM brało udział w następujących porównaniach międzynarodowych, organizowanych z zasady co 10 lat, z których każde przyniosło lub przyniesie wymierny rezultat w postaci uzyskania bądź zmiany istniejącego wpisu CMC:

- 1) EURAMET.PR-K2.a – czułość widmowa dla (900÷1600) nm (protokół w 2018),
- 2) EURAMET.PR-K2.b – czułość widmowa dla (300÷1000) nm (uzyskanie wpisu CMC),
- 3) EURAMET.PR-K3.a – światłość (potwierdzenie wpisu CMC),
- 4) EURAMET.PR-K4 – strumień świetlny (potwierdzenie wpisu CMC),

- 5) EURAMET.PR- K5 – widmowy współczynnik odbicia rozproszonego (protokół w 2018),
- 6) EUROMET.PR-K6 – widmowy współczynnik przepuszczania kierunkowego (uzyskanie wpisu CMC),
- 7) EURAMET.PR-K6.2015 – widmowy współczynnik przepuszczania kierunkowego (kolejna runda; staranie o potwierdzenie wpisu CMC),
- 8) EURAMET.PR-S4 – wzorcowanie mierników bliskiego nadfioletu (protokół w 2018),
- 9) COOMET proj. 640/BY-a/14 – barwa w świetle przepuszczonym (protokół w 2018).

#### 4. OFERTA POMIAROWA

Najpełniejszą informację o zakresie usług wzorcowania świadczonych przez Laboratorium można znaleźć w *Wykazie usług metrologicznych* na stronach internetowych GUM, w którym wyszczególniono 456 pozycji (wariantów najczęściej spotykanych konfiguracji zamówień składanych przez naszych krajowych i zagranicznych klientów). W skróconej formie lista usług może być przedstawiona w postaci grupującej różne rodzaje przyrządów i wzorców, które można zgłaszać do wzorcowania w dziedzinie fotometrii i radiometrii:

- 1) wzorce widmowego współczynnika przepuszczania kierunkowego,
- 2) wzorce długości fali do spektrofotometrów UV-VIS,
- 3) spektrofotometry UV-VIS,
- 4) wzorce składowych trójchromatycznych i współrzędnych chromatyczności,
- 5) wzorce widmowego współczynnika odbicia rozproszonego (geometria 8/d),
- 6) wzorce widmowego współczynnika luminancji (geometria d/0 i d/8),
- 7) wzorce parametrów kolorymetrycznych w geometrii d/0 i d/8,
- 8) kolorymetry odbiciowe ,
- 9) wzorce światłości (lampy żarowe),
- 10) wzorce strumienia świetlnego (lampy żarowe),
- 11) wzorce temperatury barwowej najbliższej (lampy żarowe),
- 12) luksomierze,
- 13) kalibratory fotometryczne,
- 14) mierniki luminancji,
- 15) kolorymetry trójchromatyczne do źródeł światła,
- 16) komory świetlne,
- 17) wzorce czułości widmowej (przy długościach 488 nm, 514 nm, 632 nm),
- 18) materiały fotoluminescencyjne (pomiar luminancji i czasu zaniku),
- 19) wzorce połysku w geometriach pomiarowych 20°/20°, 60°/60°, 85°/85°,
- 20) połyskomierze,
- 21) wzorce luminancji,
- 22) wzorce czułości widmowej, promieniowanie monochromatyczne (380÷1600) nm,
- 23) mierniki mocy promienistej, promieniowanie monochromatyczne (380÷1600) nm,
- 24) mierniki mocy promienistej przy wybranych długościach fali promieniowania laserowego,
- 25) mierniki światła białego stosowane w badaniach nieniszczących (NDT),
- 26) mierniki nadfioletu stosowane w badaniach nieniszczących (NDT).

Pięć pozycji z tej listy (1, 2, 3, 12, 13) to wzorce lub przyrządy, których wzorcowanie dostępne jest również w laboratoriach dziewięciu Okręgowych Urzędów Miar w ramach akredytacji PCA.

#### 5. STRATEGIA ROZWOJU

Nowe wyzwania dla Laboratorium wynikają wprost z *Czteroletniego strategicznego planu działania GUM 2018-2021*, zatwierdzonego do realizacji przez Ministerstwo Rozwoju w grudniu 2017.

W dziedzinie fotometrii i radiometrii prowadzone będą następujące tematy:

1. *Opracowanie metod pomiarowych i budowa stanowiska pomiarowego do wzorcowania czytników mikropłytek i ich kontrolnych wzorców.*

Celem projektu jest stworzenie mechanizmów powiązania wzorca pierwotnego w GUM z dużą grupą nowoczesnych przyrządów spektrofotometrycznych. Wstępnie rozważane jest pozyskanie gotowych wzorców kontrolnych do różnych typów czytników, zaproponowanie prototypowych egzemplarzy takich wzorców, wykonanych we współpracy z polskim producentem osprzętu optycznego, oraz badanie charakterystyk pomiarowych czytników i wzorców kontrolnych.

2. *Opracowanie metody wzorcowania fotometrycznych i kolorymetrycznych przyrządów stosowanych do pomiarów parametrów świetlnych oświetlania drogowego, iluminacji obiektów, monitorów oraz reklam LED - matrycowych mierników luminancji świetlnej.*

Celem projektu jest uruchomienie stanowiska do wzorcowania matrycowych mierników luminancji. Przewiduje się opracowanie założeń koncepcji metody w oparciu o wyniki pomiarów (przygotowanie testowych wzorców fotometrycznych i kolorymetrycznych, przeprowadzenie wstępnych pomiarów), a także rozbudowę istniejącego stanowiska pomiarowego wzorcowania mierników luminancji o możliwość pomiaru dużych luminancji.

3. *Opracowanie metody pomiarowej i budowa stanowiska pomiarowego do wzorcowania densytometrów oraz spektrodensytometrów, wykorzystywanych do kontroli jakości wydruku w produkcji poligraficznej.*

Celem projektu jest rozszerzenie zakresu działalności pomiarowej poprzez możliwość wzorcowania densytometrów i spektrodensytometrów. Planowane jest opracowanie metody pomiarowej i budowa od podstaw stanowiska do wzorcowania takich przyrządów w oparciu o posiadane wzorce odniesienia.

W dalszej perspektywie planowane są również działania projektowe o wstępnie przyjętych, roboczych tytułach:

1. *Rozszerzenie oferty produkcji wzorców spektrofotometrycznych (widmowego współczynnika przepuszczania, gęstości optycznej widmowego współczynnika przepuszczania i długości fali) charakteryzujących się większym zakresem widmowym i większym zakresem fotometrycznym.*
2. *Uruchomienie produkcji wzorców spektrofotometrycznych barwnych posiadających wyraźną krawędź absorpcji w obszarze widzialnym (tzw. filtry odcinające).*
3. *Pomiary małych wartości luminancji świetlnej dla widzenia fotopowego i skotopowego.*
4. *Opracowanie metody wyznaczania charakterystyk metrologicznych przyrządów pomiarowych stosowanych do obiektywnej oceny cech fizycznych korelujących z postrzeganiem wzrokowym - określenie wartości połysku na podstawie pomiarów współczynnika załamania.*
5. *Budowa stanowiska do pomiarów widmowego współczynnika odbicia metodą spektrogoniofotometryczną w zakresie UV – VIS – NIR.*
6. *Uruchomienie stanowiska do wytwarzania wzorców achromatycznych i barwnych stosowanych do pomiarów widmowego współczynnika odbicia i luminancji oraz kalibracji spektrofotometrów i kolorymetrów odbiciowych.*

Na kształt przyszłej działalności GUM w tej dziedzinie może w istotny sposób wpłynąć oddziaływanie Komitetu Technicznego, opiniującego działalność Laboratorium. Jego utworzenie (jak i podobnych mu komitetów dla innych dziedzin w GUM) zostało zapowiedziane w *Czteroletnim strategicznym planie działania GUM 2018-2021*. W skład Komitetu wejdą eksperci polscy i zagraniczni (w tym reprezentanci Komitetu Doradczego Międzynarodowego Komitetu Miar ds. Fotometrii i Radiometrii), gwarantując wszechstronną, profesjonalną i inspirującą do nowych wyzwań ocenę działalności Laboratorium.