

Przekazywanie jednostki masy od wzorca państwowego do wielokrotności i podwielokrotności kilograma w oparciu o hierarchiczny układ sprawdzeń

Monika Sej

Dowiedz się, co to jest hierarchiczny układ sprawdzeń.

1. Wstęp

Wśród wzorców jednostek miar układu SI jedynie wzorzec jednostki miary masy jest ciałem fizycznym. Pierwotnym wzorcem jednostki miary masy jest, usankcjonowany uchwałą 1. Generalnej Konferencji Miar w 1889 roku, międzynarodowy prototyp kilograma, wykonany w postaci walca o jednakowej wysokości i średnicy ($h = d = 39 \text{ mm}$), ze stopu platyny i irydu (90 % Pt i 10 % Ir). Międzynarodowy prototyp kilograma oraz sześć jego oficjalnych kopii przechowywane są w Międzynarodowym Biurze Miar (BIPM) w Sèvres, które odpowiada za przekazanie jednostki miary masy od prototypu międzynarodowego, przez porównanie, po wzorce wtórne, czyli państwowe prototypy 1 kg, stanowiące podstawę odtwarzania oraz przekazywania jednostki miary masy w poszczególnych krajach.

Polski państwowy prototyp kilograma, oznaczony numerem 51, przechowywany jest w Głównym Urzędzie Miar. Jego masa, wyznaczona przez BIPM w porównaniach międzynarodowych (rozpoczęły się w 1939 roku, lecz przerwała je II wojna światowa, a wznowiono je w roku 1946 i zakończono w 1953), wynosiła $1 \text{ kg} + 185 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$ (pierwsze międzynarodowe porównania odbyły się w latach 1899–1911). Masa prototypu wyznaczona w czerwcu 1990 roku, podczas trzecich międzynarodowych porównań, wynosiła $1 \text{ kg} + 227 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$. Złożoną niepewność standardową wyznaczenia masy prototypu oszacowano, jako $u_c = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$. Charakteryzuje się on najwyższą w Polsce dokładnością i stanowi odniesienie dla innych wzorców.

Porównania państwowych prototypów kilograma Międzynarodowe Biuro Miar organizuje co około 30 lat.

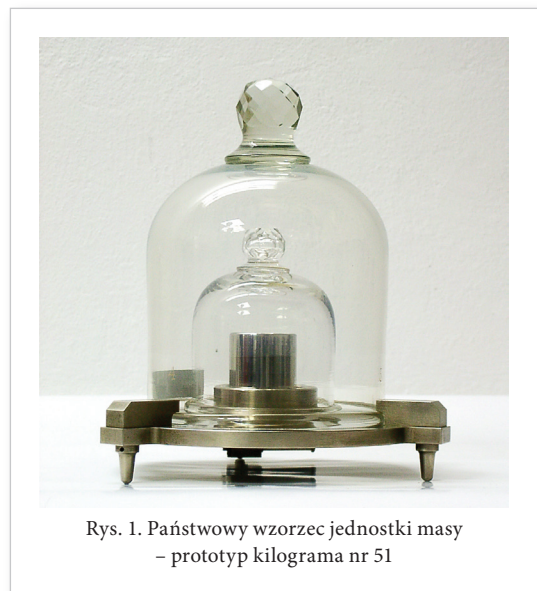
Przekazywanie wartości legalnych jednostek miar od państwowych wzorców jednostek miar do przyrządów pomiarowych poprzez wzorcowanie przyrządów pomiarowych reguluje ustawa „Prawo o miarach” z dnia

11 maja 2001 roku (Dz. U. z 2004 r. Nr 243, poz. 2441, z późn. zm.), która zawiera informacje dotyczące m.in. legalnych jednostek miar. Wynikającym z niej podstawowym zadaniem Głównego Urzędu Miar, jako krajowej instytucji metrologicznej, jest zapewnienie wzajemnej zgodności i wymaganej dokładności wyników pomiarów i badań przeprowadzanych w Polsce oraz ich zgodności z międzynarodowym systemem miar, a przez to ułatwienie polskiej gospodarce aktywnego uczestnictwa w międzynarodowej wymianie towarów i usług.

2. Hierarchiczny układ sprawdzeń

Podstawowa jednostka masy jest przenoszona poprzez wzorzec masy w nieprzerwanym łańcuchu porównań, od międzynarodowego prototypu kilograma w dół na wzorce robocze codziennego użytku.

Wzorcem odtwarzającym jednostkę miary masy w Polsce jest prototyp kilograma nr 51, od którego jest ona przekazywana na wzorce kopie 1 kg i dalej na wzorce



Rys. 1. Państwowy wzorzec jednostki masy – prototyp kilograma nr 51

masy poszczególnych klas dokładności, zgodnie z „Hierarchicznym układem sprawdzeń przyrządów do pomiarów masy”.

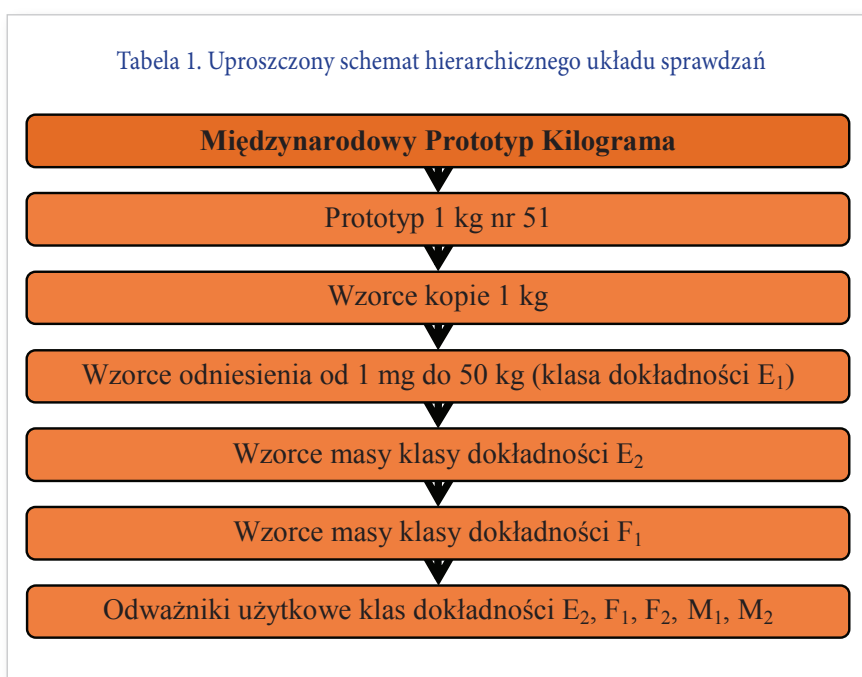
Prototyp kilograma nr 51 (rys. 1) służy, jako wzorzec odniesienia, do bezpośredniego wyznaczania masy wzorców kopii 1 kg, na specjalnym stanowisku do porównań wzorców masy 1 kg.

Hierarchiczny układ sprawdzeń jest to schemat spójności pomiarowej przedstawiający kolejne etapy przekazywania jednostki od wzorca państwowego do poszczególnych klas dokładności wzorców masy w zakresie wielokrotności i podwielokrotności kilograma od $1 \cdot 10^{-6}$ kg do $5 \cdot 10^4$ kg.

- wzorce masy, odważniki i obciążniki klas dokładności E_2, F_1, F_2, M_1, M_2 ,
- wagi nieautomatyczne klas dokładności I, II, III, IIII,
- wagi automatyczne,
- wagi do dynamicznego ważenia pojazdów w ruchu,
- przyrządy do pomiaru siły,
- przyrządy do pomiaru ciśnienia.

Porównania wzorców masy 1 kg przeprowadzane są na całkowicie zautomatyzowanym stanowisku pomiarowym (rys. 2), w skład którego wchodzi: komparator masy MT AT 1006 o obciążeniu maksymalnym Max 1011 g, z działką elementarną $d = 0,001$ mg oraz stacja klimatycz-

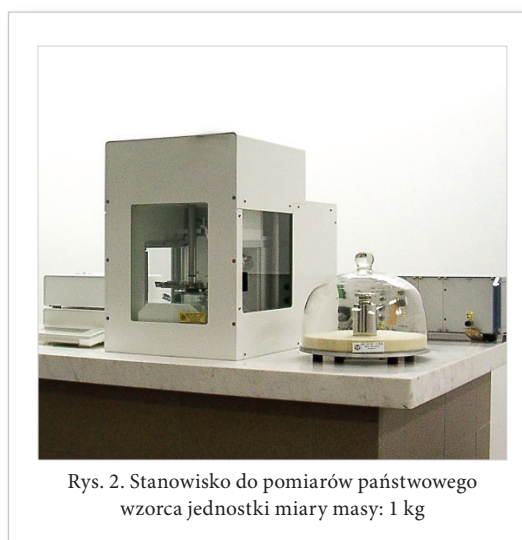
Tabela 1. Uproszczony schemat hierarchicznego układu sprawdzeń



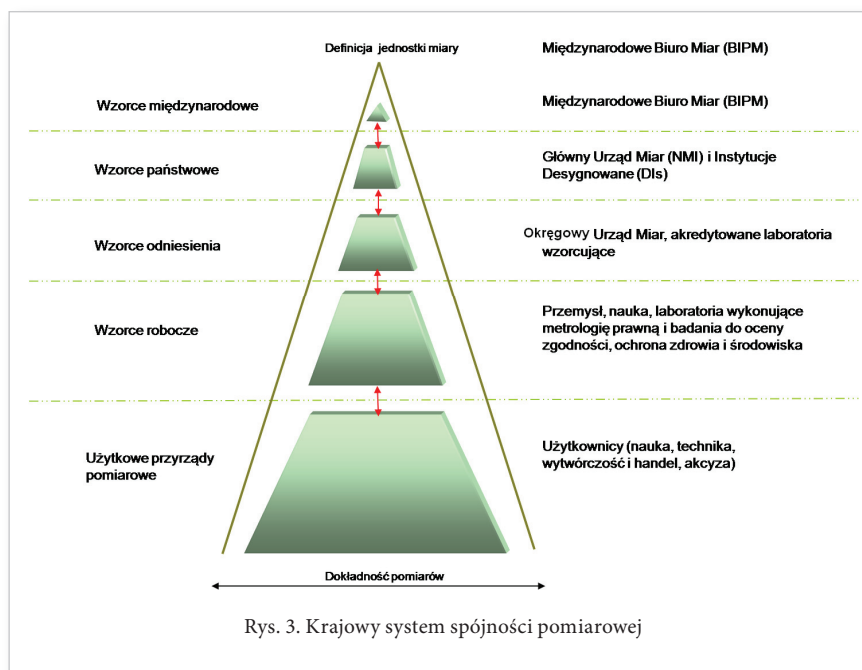
Pierwszym etapem jest przeniesienie spójności z międzynarodowego wzorca do wzorca państwowego, co odbywa się poprzez uczestnictwo w międzynarodowych porównaniach kluczowych.

Zgodnie z „Hierarchicznym układem sprawdzeń przyrządów do pomiarów masy”, dalsze przekazywanie wartości jednostki miary masy następuje do wzorców kopii 1 kg. Następnie jednostka miary masy przekazywana jest od wzorców kopii 1 kg na wzorce odniesienia klasy dokładności E_1 . Dalsze przekazywanie wartości jednostki miary masy na wzorce robocze klasy dokładności E_2, F_1, F_2, M_1 odbywa się poprzez wzorcowanie metodą podstawiania na właściwych stanowiskach pomiarowych.

Wartości jednostki miary masy przekazywane są do następujących użytkowych przyrządów pomiarowych:



Rys. 2. Stanowisko do pomiarów państwowego wzorca jednostki miary masy: 1 kg



na, bezpośrednio współpracująca z komparatorem, której zadaniem jest pomiar temperatury w komorze ważenia komparatora oraz ciśnienia i wilgotności względnej powietrza w odizolowanym pomieszczeniu, w którym usytuowane jest stanowisko pomiarowe.

Komparator i stacja klimatyczna są ustawione na betonowym postumencie pozbawionym drgań i wstrząsów. Postument jest niezależny od konstrukcji budynku, dzięki temu, że jest związany bezpośrednio z gruntem.

Temperatura, ciśnienie i wilgotność względna powietrza podlegają ciągłemu monitorowaniu w czasie pomiarów. Jeżeli wymagane warunki nie są spełnione, to pomiarów się nie wykonuje, a jeżeli nastąpi jakiegokolwiek zakłócenie podczas pomiarów, to pomiary są przerywane i powtarzane po ustąpieniu zakłóceń.

3. Podsumowanie

Zachowanie spójności pomiarowej w dziedzinie pomiarów masy odbywa się w sposób hierarchiczny (rys. 3). Wartością źródłową niepewności jest zawsze wartość odniesienia odpowiadająca wzorcom wyższego rzędu, natomiast wartość końcowa jest to wartość graniczna określona

przez wymagania zawarte w zaleceniu Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML R11¹). Na niepewność pomiaru ma także wpływ metoda pomiarowa oraz komparator masy stosowany przy wzorcowaniu. Zapewnienie pomiarów masy najlepszej dokładności jest wyzwaniem, przed jakim stają laboratoria wzorcujące.

Państwowy wzorzec jednostki miary masy zapewnia spójność pomiarową w wielu działach gospodarki, w tym w większości gałęzi przemysłu i handlu, w ochronie zdrowia, życia i środowiska, w ochronie bezpieczeństwa i porządku publicznego, w ochronie praw konsumenta, przy dokonywaniu kontroli celnej, przy towarach paczkowanych itp. Od wielu lat, w ślad za rozwojem technologii i rosnącą liczbą coraz dokładniejszych przyrządów, wzorców i wag, wzrasta zapotrzebowanie ilościowe na ich kontrolę prawną (ocena zgodności, legalizacja) oraz wzorcowanie z coraz mniejszą niepewnością.

Literatura

1. OIML R 111-1 Weights of classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂ and M₃, Part 1: Metrological and technical requirements. Edition 2004 (E).