



EWA BULSKA
Wydział Chemii

Uniwersytetu Warszawskiego

Ewa Bulska

Jednostki miar w pomiarach fizycznych i chemicznych

Metryczny układ
miar został
oparty na dwóch
podstawowych
jednostkach: metra
jako jednostki
długości oraz
kilograma jako
jednostki masy.

Jak głosi legenda, pewnego ranka Ramzes II wyprostował rękę, ogłaszając przy tym, iż od tego dnia odległość między czubkiem łokcia a końcem środkowego palca będzie jednostką wzorcową długości. Niech się tak stanie – ogłosił wszechmocny w tamtych czasach władca. Nie wiemy, czy to się zdarzyło naprawdę, lecz wiemy, że Egipcjanie, w celu ułatwienia wymiany handlowej, używali wzorca długości cubit (łac. cubicum), co oznacza łokieć. W celu ograniczenia oszustw (np. przez osoby o mniejszym wzroście) przy sprzedaży tkanin stosowano wzorce drewniane, wykonane na wzór granitowego pierwowzoru łokcia królewskiego o długości około 51,8 cm. Dzięki temu Egipcjanie dysponowali dobrze rozwiniętym systemem metrologicznym w zakresie pomiarów długości.

Wymiary różnych części ciała człowieka stanowiły od wieków inspirację i były źródłem pomysłów dla nowych jednostek długości. Rzymianie ustanowili *mile*, która odpowiadała tysiącom podwójnych kroków przeciętnego żołnierza. Z kolei w 1101 roku król Anglii, Henryk I, ustanowił za pomocą dekretu nową jednostkę *jard*, odpowiadającą odległości od czubka jego nosa do końca środkowego palca wyciągniętej ręki. Nie był to wzorzec zbyt praktyczny, gdyż trudno wyobrazić sobie, aby można było zabierać ze sobą króla Henryka każdorazowo, gdy istniała konieczność pomiaru długości. Na przestrzeni wieków kupcy europejscy wykorzystywali, do określania jednostek długości, zarówno różne części ciała (stopa, dłoń), jak również różne elementy otoczenia (kabel, sznur, przęsło itp.). Bez względu na wybór jednostki, zawsze jednak pozostawał problem różnorodności biologicznej, wzajemnego przeliczania jednostek

oraz odniesienia do wzorca podstawowego. Te problemy wymusiły konieczność powrotu do koncepcji Ramzesa II, w której istotnym elementem systemu było posiadanie stabilnego i trwałego wzorca podstawowego.

W roku 1999, prawie 3 tysiące lat później, metrologowie świętowali dwustulecie ustanowienia jednostki metra. To właśnie Jan Hendrik van Swinden, matematyk i fizyk, zaproponował jednostkę metra (gr. *metron*) jako wzorzec długości. Projekt ustanowienia uniwersalnej jednostki długości odniesionej do przyrody był



Nowatorskie myślenie

W ANALITYCE I TECHNOLOGII

Jesteśmy firmą laboratoryjną - badawczą, obsługującą analitycznie duże zakłady chemiczne. Zatrudniamy 250 osób pracujących w profesjonalnie wyposażonych laboratoriach, ukierunkowanych w zakresie:

- kompleksowej analityki tworzyw sztucznych w postaci mieszanek, granulatów, elementów gotowych oraz związanych z tym surowców
- analiz olejów, paliw, rozpuszczalników
- analiz w ochronie środowiska

Rozwiązujemy problemy chemiczne i technologiczne szczególnie związane z filtracją, degazacją, rozdziałem i osuszaniem.

Działalność PPHU Pro - Lab charakteryzuje profesjonalne oraz indywidualne podejście do potrzeb naszych Klientów. Potwierdzeniem wysokiej jakości naszych usług jest wdrożony System Zarządzania Jakością zgodnie z międzynarodową normą ISO 9001:2000

PPHU Pro - Lab sp. z o.o.,
87 - 800 Włocławek, ul. Toruńska 222,
tel./fax. 054/237 33 71, www.prolab.pl
e-mail: prolab@prolab.pl



JAKOŚĆ POTWIERDZONA CERTYFIKATEM

realizowany pod auspicjami Francuskiej Akademii Nauk. W znaczącym dla metrologów dniu, 22 czerwca 1799 roku, van Swinden przedstawił raport proponujący wprowadzenie nowej jednostki, będącej 10^{-7}

TABELA 1

Przykłady stosowanych jednostek miar	
Jednostki	Nazwy
Długości	Liga morska, mila lądowa, mila morska, staja, kabel, sznur, pręt, sążień, jard, stopa, przęsto, ogniwo, dłoń, cal, linia, kaliber, cycero, punkt
Powierzchni	Taunship, mila kwadratowa, akr, rud, sznur kwadratowy, sążień kwadratowy, jard kwadratowy
Objętości	Sążień sześcienny, kord, tona rejestrowana, chaldron, ćwierć, sak, buszel, garniec, galon, kwarta, pinta, gill, uncja, minim, beczka
Masy	Tona, long cwt, slug, funt, funt aptekarski, penniweit

odległości pomiędzy biegunem północnym a równikiem, wzdłuż biegnącego, oczywiście przez Paryż, południka. Ta jednostka początkowo wydawała się równie niepraktyczna jak jard Henryka I. Jednak dalsze prace doprowadziły do przygotowania trwałego, praktycznego w użyciu wzorca podstawowego. Czyż nie fascynująca jest zbieżność z pomysłem Egipcjan? W tym samym okresie, kiedy Jan Hendrik van Swinden przekazywał pręt platynowy, na którym zaznaczona była długość 1 metra, Szwajcar, Johann Georg Tralles, wykonał prototyp wzorca 1 kilograma. Aż do dziś pomiar masy jest odnoszony do tego wzorca. W chwili obecnej australijskie Narodowe Laboratorium Miar koordynuje międzynarodowy projekt, którego celem jest przygotowanie nowego wzorca masy. Podstawą tego projektu (Avogadro Project) jest wyhodowanie kryształu krzemu o znanej objętości i określenie ilości atomów mieszczących się w tej objętości, co pozwoli na symboliczną realizację wzorca 1 mola, jednostki podstawowej układu miar SI.

TABELA 2

Użyteczne definicje metrologiczne	
Określenie	Definicja
Wielkość	Oznacza wielkość w znaczeniu ogólnym (długość, czas, masa, praca, siła, temperatura) lub wielkość określoną (długość pręta, masa odważnika, czas przejazdu)
Pomiar	Czynność doświadczalna mająca na celu wyznaczenie wartości wielkości wyrażonej iloczynem liczby i jednostki miary
Jednostka miary	Wartość danej wielkości fizycznej, której wartość liczbową przyjęto umownie równą jedności
Symbol (oznaczenie) jednostki miary	Znak umowny, oznaczający jednostkę miary, na przykład m – symbol metra; kg – symbol kilograma; s – symbol sekundy
Metrologia	Dyscyplina naukowa zajmująca się ustalaniem wymiarów wielkości i ich jednostek oraz metodami dokonywania pomiarów

Metr został zaproponowany w czasach, gdy na świecie używane były przeróżne jednostki: stopy, incze, jardy, mile lądowe, mile morskie, sążień, cycero, taunship (więcej przykładów: patrz tabela 1). Warto

przypomnieć, że nie tylko różne kraje stosowały różne jednostki, ale również na obszarze danego kraju poszczególne jednostki znacznie się od siebie różniły. Biorąc za przykład jednostkę długości stopę, znane były stopy niemieckie, duńskie, francuskie, tak aby wymienić najważniejsze. Jeszcze pod koniec XIX wieku w samej Holandii stosowano 35 jednostek stopy o różnej długości. W tych czasach wymiana handlowa musiała być doprawdy istną łamigłówką i to nie tylko ze względu na bariery językowe, ale przede wszystkim za względu na różny „język” stosowanych jednostek.

Obecnie dobrze zdajemy sobie sprawę z faktu, że wszelka wymiana towarów i usług nie może się odbyć bez stosowania spójnego układu jednostek miar. Ale nie zawsze pamiętamy, iż wymagało to wielu lat, nim idea utworzenia międzynarodowo uznawanych wspólnych jednostek miar zdobyła powszechną akceptację. Działania Francuskiej Akademii Nauk w tym zakresie zapoczątkowały istną rewolucję w rozwoju handlu, ale również w rozwoju nauk przyrodniczych, w tym również metrologii. Te działania stanowiły podwalinę dla stworzenia podstaw strukturalnych dla spójności pomiarowej oraz harmonizacji i unifikacji stosowanych jednostek pomiarowych.

Metryczny układ miar został oparty na dwóch podstawowych jednostkach: metra jako jednostki długości oraz kilograma jako jednostki masy. Układ ten został przyjęty w 1791 roku przez francuskie Zgromadzenie Narodowe, a ze względu na swoje zalety szybko zdobył uznanie na forum międzynarodowym. Dzięki temu możliwe stało się najważniejsze wydarzenie w zakresie metrologii, a mianowicie powstanie Konwencji Metrycznej. To wydarzenie miało miejsce 20 maja 1875 roku, kiedy to na posiedzeniu Konferencji Dyplomatycznej 17 państw podpisało porozumienie dotyczące uporządkowania stosowanych jednostek miar. W chwili obecnej w Konwencji uczestniczy 48 państw, a Polska przystąpiła do niej w roku 1925. Głównym zadaniem Konwencji było opracowanie dziesiętnego systemu metrycznego opartego na prototypach metra i kilograma.

Międzynarodowy Komitet Miar opracował podwaliny międzynarodowego układu jednostek miar i przedstawił swoją propozycję na kolejnych sesjach w latach 1956–1958. Po zaaprobowaniu projektu został on przedłożony Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML). Projekt utworzenia układu miar nazwanego SI (Le Systeme International d'Unités) został zatwierdzony na plenarnym posiedzeniu OIML, w Paryżu w 1958 roku, w roku 1960 przyjęty został układ SI. Początkowo układ SI nie obejmował, niezmiernie ważnej dla chemii, jednostki mola. Dopiero w roku 1971 zaliczono jednostkę liczności (ilości) materii – mol, do jednostek podstawowych.

Powszechne wprowadzenie układu SI wymagało skoordynowanej akcji światowej. W Polsce dopie-

