



Jan Norwicz, Wojciech Sokolski¹⁾

Anglosaski system jednostek miar we współczesnym świecie

Społeczeństwo polskie, wyrażając wielkości fizyczne zgodnie z tzw. międzynarodowym układem jednostek miar (SI), powoli zapomina, że te jednostki nie są ani „naturalne”, ani „najlepsze”. Poza Polską czy krajami Europy są również takie państwa, gdzie używa się odmiennych układów jednostek i niekiedy są to kraje egzotyczne czy technicznie zacofane. Nawet w Wielkiej Brytanii, kraju Unii Europejskiej, wprowadzenie układu SI wciąż napotyka silny opór społeczny. A i w Polsce średnicę rur wodociągowych podaje się w calach.

Istnieje niewielkie zrozumienie tego, na czym polega odmienność tzw. anglosaskiego (anglosaksońskiego) systemu jednostek i jakie są relacje między nim a obowiązującym w Polsce. Nie chodzi tu tylko o znajomość przeliczników odpowiednich jednostek, lecz bardziej o zrozumienie rozwoju i współistnienia obu tych systemów jednostek we współczesnym świecie. Ocena przebiegu zmian systemów metrologicznych, stanowiąca przedmiot tzw. metrologii historycznej, ujawnia nie tylko zmiany poziomu cywilizacyjnego, kształtowania lokalnych i ogólnokrajowych rynków handlowych, lecz także zmieniających się relacji politycznych. Wprowadzanie jednostek pomiarowych jest oczywistym atrybutem władzy państwa. Początkowo ingerując w sprawę miar artykułów najkosztowniejszych państwo rozciąga swe władztwo na coraz szerszy zakres czynności związanych z mierzaniem. Najpełniejszym wyrazem są tendencje unifikacyjne, zmierzające do narzucenia całemu społeczeństwu jednolitego systemu metrologicznego. To zaś wywołuje opór społeczny wobec zmian, odczuwanych jako próba zagarnięcia dodatkowej korzyści.

Historia miar, sięgająca początków wymiany handlowej, w swej nowoczesnej formie jest stosunkowo krótka, obejmując w zasadzie tylko ostatnie dwieście lat, kiedy to zmiany generowane przez narastające wymagania technologii co do precyzji pomiarowej były szczególnie duże.

Wszystkie te zjawiska można spostrzec analizując zmiany systemu anglosaskiego.

System anglosaski, którego angielska wersja nazywana jest systemem imperialnym, jako że stosowany był (jest?) w całym imperium brytyjskim w celu unifikacji gospodarek

różnych systemów gospodarczych, rozwijał się w sposób naturalny przez setki lat, aż w osiemnastym wieku stanął wobec konkurencji nowego, rewolucyjnego systemu metrycznego. Historia tych kontaktów to dobry przykład zmian postaw społecznych wobec potrzeb metrologicznych narzuconych przez rozwój nauki i technologii. Odzwierciedla określone potrzeby społeczeństwa jak też przywiązanie do tradycyjnych rozwiązań metrologicznych.

Powstanie systemu metrycznego

System metryczny powstał jako konsekwencja racjonalizmu Oświecenia, gdy istniejące wówczas lokalne czy krajowe, różnorodne, niejasne i niedokładne systemy określania długości czy ilości substancji przestały wystarczać na potrzeby wymiany towarowej, zwłaszcza międzynarodowej. Klimat rewolucji francuskiej sprzyjał inicjowaniu zmian, również metrologicznych. Wydawało się możliwe stworzenie systemu jednostek miar jednakowych dla całego cywilizowanego świata. Proponując międzynarodowy system metrologiczny stosowano więc nazwy odwołujące się do źródłosłowa greckiego, dla podkreślenia wspólnoty cywilizacyjnej państw rozwiniętych technologicznie. Nazwa nowej jednostki długości — metr i systemu wykorzystującego tę jednostkę — metryczny, odwołuje się do greckiego określenia *metrikos* — odnoszący się do miary. Inne nazwy jednostek systemu metrycznego również często odwołują się do źródłosłowa greckiego, np. gramma — drobna miara wagi dla nazwy jednostki wagi czy litron — dawna miara ciał sypkich — dla nazwy jednostki pojemności.

Podjęciem stosownych działań francuskie Zgromadzenie Narodowe podjęło w 1790 r. prace nad propozycją biskupa Autun Ch. M. Talleyranda. Nowy system jednostek został ogłoszony stosownymi ustawami z 1791 r. i 1799 r. Tworząc nowe jednostki przyjęto, że powinny być one łatwe do odtworzenia na podstawie pomiaru wielkości naturalnej, dostępnej wszystkim zainteresowanym w każdym punkcie globu ziemskiego. Podpisana 20 maja 1875 r. Konwencja Metryczna za jednostkę długości, nazwaną metrem, przyjęła jedną dziesięciomilionową część ćwiartki południka ziemskiego. Jednostki mniejsze i większe miano tworzyć przez zastosowanie krotności liczby dziesięć.

¹⁾ Katedra Teorii i Inżynierii Procesów Metalurgicznych, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Logicznym krokiem było przyjęcie jako jednostki objętości sześciianu o boku równym jednej dziesiątej metra, a ciężaru — ciężar sześciianu o boku równym jednej setnej jednostki długości wypełnionego najbardziej dostępnym medium, jakim jest woda. Nie podjęto jednak decyzji co do zmiany jednostki czasu. Widocznie wcześniejsze eksperymenty, związane z tzw. kalendarzem rewolucyjnym, nie zachęcały, ujawniając chociażby tak oczywiste trudności, jakimi są np. niemożność uzgodnienia kalendarza słonecznego i księżycowego. Tak więc, mimo że system metryczny wiąże się ze stosowaniem zunifikowanych krotności liczby dziesięć dla tworzenia jednostek mniejszych lub większych od podstawowych, to jednak jednostka podstawowa czasu — sekunda i wielkości większe: godzina, doba itd. — nie są powiązane ze sobą w ten sam sposób, pomijając nawet sprawę roku kalendarzowego o zmiennej długości.

Przeprowadzone pomiary geodezyjne wykazały, że nowo zaproponowana jednostka długości byłaby jednak różna w zależności od wyboru określonego południka. Sporządzony na podstawie pomiarów triangulacyjnych długości południka przechodzącego przez Paryż, wzorzec metra wykonany ze stopu platyny i irydu PtIr10 w postaci pręta o przekroju w kształcie litery X wpisanego w kwadrat o boku 20 mm, został wykorzystany przez I Generalną Konferencję Miar w 1889 r. do zdefiniowania podstawowej jednostki długości dla potrzeb społeczności międzynarodowej. Podobnie odeszło się od „naturalnego” wzorca jednostki ciężaru na rzecz fizykalnego etalonu (wzorca) o masie zbliżonej do masy 1 dm³ wody. Masa wzorca platynowego znajdującego się w Sevres pod Paryżem stanowi obecnie podstawę do sporządzenia odpowiednich wzorców dla poszczególnych państw wprowadzających system metryczny.

Konieczna jest w tym miejscu pewna dygresja na temat odmienności pojęcia systemu i układu jednostek. Mimo że często używa się ich zamiennie, to są to jednak różne pojęcia. System, jako definiujący metody wyznaczania podstawowych jednostek metrologicznych i relacje między nimi a pozostałymi jednostkami, jest pojęciem szerszym. W ramach danego systemu można utworzyć określony układ jednostek miar w postaci zbioru wybranych jednostek podstawowych i pochodnych. Dlatego też mówi się o systemie metrologicznym i w jego obrębie np. o układzie SI (Système Internationale) czy CGS (centymetr — gram — sekunda). Gdy więc w 1832 r. K. Gauss zdefiniował, prawdopodobnie jako pierwszy, pojęcie układu jednostek miar w dzisiejszym rozumieniu, to podstawowe jednostki systemu metrycznego były już zdefiniowane (1795 r.). K. Gauss zaproponował uporządkowanie zbioru jednostek poprzez utworzenie tzw. układu absolutnego, czyli wybór określonych jednostek miary wielkości podstawowych.

Układ miar zawiera również zbiór równań definiujących jednostki wielkości pochodnych. Aczkolwiek taki wybór jest w pewnym stopniu dowolny, a liczba możliwych układów miar opartych na tym samym systemie miar jest duża, chociaż ograniczona, to stosowane były, lub wciąż są, tylko nieliczne z możliwych kombinacji. Tak skonstruowany układ miar nazywa się jednorodnym, jeżeli współczynniki liczbowe równań definicyjnych wielkości pochodnych są dokładnie równe jeden. Obecnie dominującą pozycję zajmuje tzw. międzynarodowy układ miar SI oparty na systemie metrycznym. Układ SI charakteryzuje się wysokim stopniem jednorodności, dążąc do wyrażenia wszystkich wielkości poprzez równania jednorodne i usuwając ze stosowania jednostki pochodne nie odpowiadające tym wymaganiom.



Sevres pod Paryżem

Jednostki podstawowe systemu anglosaskiego

System anglosaski powstał w wyniku naturalnej ewolucji jednostek miar stosowanych w Anglii przez stulecia. Podobnie jak w przypadku systemu metrycznego istnieją tu określone jednostki, zastosowanie których w odpowiednich równaniach fizyki prowadzi do powstawania jednostek pochodnych. Standardowymi jednostkami systemu angielskiego są jard, funt i galon angielski. Dokładne ich wartości w układzie metrycznym są następujące: 1 jard = 0,9144 m (obecnie identycznie jak amerykański), 1 funt = 0,45359237 kg (identyczny z amerykańskim), 1 galon angielski = 4,54609 l (różny od amerykańskiego). Amerykanie za podstawę systemu uważają jard, funt, galon amerykański jako jednostka pojemności do płynów (liquid) oraz buszel jako jednostka pojemności do materiałów sypkich (dry). Dokładne wartości tych dwóch ostatnich to: 1 galon amerykański „mokry” (liquid) = 3,785411784 l, a 1 buszel „suchy” (dry) = 35,23907016688 l.

Podstawową jednostką długości jest jard (yard — yd). Prawdopodobnie najstarszą definicję jarda zawiera dekret króla Henryka I (1100—1135), w którym określono go jako — „the distance from the tip of the King’s nose to the end of his outstretched thumb” — czyli „odległość od czubka królewskiego nosa do końca jego wyprostowanego kciuka”. Jednostki wielokrotne czy podwielokrotne tworzy się zgodnie z regułami ustalonymi historycznie. I tak, jeden jard to odpowiednio 3 stopy (foot — ft. lub '), z których każda liczy po 12 cali (inch — in. lub "). Dwa jardy to sążen (fathom).

$$1 \text{ jard (yard)} = 3 \text{ stopy (feet)} = 36 \text{ cali (inches)} = 1/2 \text{ sążnia (fathom)}.$$

Wymiary mniejsze niż cal wyraża się głównie w postaci ułamków zwykłych (3/4", 1/2", 1/4", 1/32", 1/64", ...) niekiedy — dziesiętnych. Odległości większe mierzy się w milach lądowych (statute mile), które są równe 5280 stóp, czyli 1760 jardów (około 1,609344 km). Stosowana w żegludze mila morska (nautical mile — n.mil) jest równa 6080,27 stóp (około 1,85318 km) co wynika z definicji, jako że jest to średnia odległość równa jednej sześćdziesiątej stopnia szerokości geograficznej, mierzona na równiku.

Tu kolejna dygresja; Anglosasi do oddzielenia miejsc dziesiętnych używają kropki, a nie przecinka. Można też pominąć zero przed kropką dziesiętną. Przecinka używa się do rozdzielenia wielokrotności tysiąca. Tak więc jeden (dokładnie) milion dolarów to będzie \$1,000,000.00 (symbol dolara przed liczbą), a pół cala w zapisie dziesiętnym to 0.5" lub .5".

Ustalenie podziału jarda na stopy i cale nastąpiło za panowania króla Edwarda I (1272—1307). Oficjalne wzorce jarda, zatwierdzone przez Henryka VII (1485—1509 r.), a następnie w 1588 r. przez Elżbietę I, były kopią wcześniejszych. Pierwszy, tzw. Imperiał Standard Yard został wykonany i zatwierdzony przez parlament w 1824 r. za panowania Jerzego IV. Został jednak zniszczony niecałe 10 lat później, podczas pożaru obu izb parlamentu w 1834 r.

Nowy wzorec, będący kopią poprzedniego, został zatwierdzony w 1855 r. i obecnie znajduje się w muzeum należącym do Królewskiego Obserwatorium w Greenwich.

Do 1898 r. jard angielski był definiowany jako odległość pomiędzy dwoma złotymi liniami na tym, wykonanym z brązu wzorcu, zmierzona w temperaturze 62 stopni Fahrenheita (16 i 2/3°C). W trakcie „metryzacji” systemu anglosaskiego w 1898 r. wartość jarda została określona na podstawie pomiaru wzorca jako równa 914,399 mm.

Adaptacja standaryzowanych jednostek angielskich dla potrzeb USA zapoczątkowana została w 1836 r. Różnica między jardem imperialnym a amerykańskim, niecałe 3 setne milimetra, wynikała z niedokładności kopii wzorca długości przekazanej do Stanów. Oparcie definicji jarda amerykańskiego na systemie metrycznym pozwoliło na określenie jego długości jako wynoszącej dokładnie 914,40183 mm. Różnica między jardem imperialnym i amerykańskim utrzymała się do 1959 r. gdy narodowe laboratoria Australii, Kanady, USA, Nowej Zelandii, Zjednoczonego Królestwa i RPA przyjęły jego wartość zunifikowaną jako równą dokładnie 914,4 mm. Mimo tych ustaleń, Amerykanie jeszcze przez wiele lat używali „swojego” jarda.

Podstawową jednostką masy jest funt, który do 1898 r. był zdefiniowany jako masa platynowego wzorca „Imperial Standard Pound”, który podobnie jak wzorec jarda znajduje się obecnie w muzeum Królewskiego Obserwatorium w Greenwich. W trakcie „metryzacji” jego wartość ustalono na 0,45359 kg. Funt (pounds — lbs) dzieli się na 16 uncji (ounce — oz), a każda z kolei uncja to 16 drachm (drachm — dr). Większą jednostką jest tona angielska — długa tona (long ton — l.t) równa 2240 lb czyli mniej więcej tyle co tona metryczna, oraz tona amerykańska — krótka tona (short ton — sh.t) równa 2000 lb.

W systemie anglosaskim rozróżnia się jednostki pojemności (capacity) i jednostki objętości (volume). W układzie SI, po zrównaniu litra z decymetrem sześciennym, różnica między pojemnością i objętością formalnie zniknęła, chociaż nadal funkcjonuje w świadomości społecznej, bo przecież nie kupuje się mleka na decymetry sześciennie a objętości brył geometrycznych nie mierzy się litrami. Podobnie w mowie potocznej używa się również: „kwart zboża”, „korców maku” czy „antaków miodu” mimo że dziś już mało kto pamięta ich znaczenie ilościowe.

W przypadku systemu anglosaskiego jednostki pojemności rozwijały się niezależnie od jednostek długości, stąd ich przeliczenie na jednostki objętości są ułamkowe. Podstawową jednostką pojemności jest galon. „Galon” był różny w zależności, co nim mierzono, co miało związek z różną gęstością produktów. Był więc galon winny, piwny czy zbożowy i wiele innych. Te wszystkie jednostki, zarówno dla płynów jak i materiałów sypkich, w 1842 r. zostały zastąpione przez galon angielski (Imperial gallon — Imp.gal) równy dokładnie 277,274 cu.in czyli około 4,54609 litra. Ten nowy galon angielski stał się jednostką uniwersalną do płynów i materiałów sypkich. Osiem galonów, to buszel angielski (Imperial bushel — Imp.bu). Galon dzieli się na cztery kwarty (quart — qt). Każda kwarta to z kolei dwie pinty (pt), stosowane głównie przy określaniu ilości podawanego piwa w pubie.

Amerykanie adaptując w 1836 r. system anglosaski przyjęli do pomiaru pojemności cieczy (liquid) angielski galon winny, a do materiałów sypkich (dry) buszel winchester-ski. Tak więc galon amerykański „mokry” (U.S.gal) jest dużo mniejszy od angielskiego i jest równy dokładnie 231 cu.in, czyli około 3,78543 litra. Podobnie jak galon angielski dzieli się on na cztery kwarty, a ta z kolei na dwie pinty. Buszel amerykański „suchy” (U.S. bushel — **U.S.bu**) to 2150.42 cu.in lub 1,2445 cu.ft., czyli około 35,24 litra. Nietrudno zauważyć, że galon „suchy”, będący ósmą częścią buszla, jest znacznie większy od „mokrego” i wynosi nieco ponad 268,8 cu.in., czyli około 4,405 litra.

Jeśli chodzi o inne stosowane jednostki pojemności, to w żegludze używana jest tona rejestrowana (register ton — **reg.ton**) równa 100 cu.ft. Natomiast baryłka (oil barrel), równa 42 U.S.gal, a zwłaszcza jej cena interesuje szczególnie szejków arabskich i teksańskich potentatów.

Temperatura jest wyrażana za pomocą stopni Fahrenheita, co stanowi naturalne rozwinięcie koncepcji przedstawionej przez Newtona w 1701 r. w Philosophical Transactions. Dla termometru rozszerzalnościowego z cienką kapilarą napełnioną olejem lnianym zaproponował on przypisanie temperaturze krzepnięcia wody wartość zero, a normalnej temperaturze ciała ludzkiego wartość 12. W takiej skali, przy ówczesnej precyzji pomiarowej, temperatura wrzenia wody wynosiła 30. Podziałka dwunastostopniowa wynikała z możliwości technicznych precyzyjnego wyznaczenia punktów pośrednich jako odpowiedniego wydłużenia słupka rozszerzającej się cieczy termometrycznej.

Fahrenheit, prawdopodobnie Żyd z Gdańska, mieszkający w Holandii, a następnie w Anglii, przyjmując skalę Newtona wprowadził nieco mniejszą jednostkę stosując konsekwentny podział dwójkowy, stąd w miejsce skali 12-stopniowej otrzymał „gęstsza” skalę, bo 16-stopniową. Wykonując pomiary temperatury wodnych roztworów soli stwierdził istnienie temperatury niższej niż krzepnięcia wody. Dla jej opisu zmienił umowne wartości punktów charakterystycznych, przyjmując dla wody 8, a dla ciała ludzkiego 24. W tym przypadku temperatura wrzenia wody wynosiła 53.

W celu zwiększenia precyzji pomiarowej zastosowano dalsze zmniejszenie jednostki temperatury dzieląc poprzednio stosowaną na cztery części. Tak więc ostatecznie otrzymano obecną skalę Fahrenheita, gdzie temperatura krzepnięcia wody ma wartość 32°F, a temperatura wrzenia wody 212°F. Fahrenheit przyjął za punkty odniesienia temperaturę zamarzania i parowania wody i tę różnicę podzielił ostatecznie na 180 stopni.

Jeden stopień Celsjusza równa się więc 1,8°F. Normalna temperatura ciała wynosi 96°F, a 100°F lub więcej oznacza stan podgorączkowy powodujący zainteresowanie lekarza. Fahrenheit chciał uniknąć ujemnych liczb do opisu zjawisk w otaczającym go świecie poprzez przesunięcie skali o 32 stopnie. (To mu się nie całkiem do końca powiodło, bo zimą w wielu krajach postugujących się jego skalą temperatury spadają niekiedy jednak znacznie poniżej 0°F; ciekawostka: przy minus 40 nie trzeba precyzować jednostki, bo $-40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$).



Muzeum należące do Królewskiego Obserwatorium w Greenwich

Jednostki pochodne systemu anglosaskiego

Podobnie jak w systemie metrycznym jednostki wymiaru pola powierzchni są kwadratami jednostek długości. Stosuje się zazwyczaj takie wielkości, jak cal kwadratowy (square inch — **sq.in.** lub **in²**), stopę kwadratową (square foot — **sq.ft.** lub **ft²**), jard kwadratowy (square yard — **sq.yd.** lub **yd²**) czy milę kwadratową (square statute mile — **sq.m.**). Jednostką używaną jest również akr (acre — **ac**) równy 4840 sq.yd.

Jednostki objętości — nie mylić z pojemnością — tworzy się podobnie jak w systemie SI, to jest jako sześciiany jednostek długości. Jest więc cal sześcienny (cubic inch — **cu.in.** lub **in³**), stopa sześcienna (cubic foot — **cu.ft.** lub **ft³**) i jard sześcienny (cubic yard — **cu.yd.** lub **yd³**).

Jednostki prędkości liniowej stanowią iloraz wielkości liniowej i czasu. Stosowane są tutaj te same jednostki czasu co w układzie SI, niemniej ze względu na różne jednostki liniowe otrzymuje się inne jednostki dla prędkości liniowej. Może to być np.: stopa na minutę (foot per minute — **FPM** lub **ft/min**), stopa na sekundę (foot per second — **FPS** lub **ft/sec**) czy mila lądowa na godzinę (mile per hour — **MPH** lub **m/hr**). W żegludze to oczywiście węzeł (knot — **kn**), czyli mila morska na godzinę.

Jednostki siły są definiowane zgodnie z równaniem Newtona. Stąd pojawia się funt siły (pound force — **lbf**), czyli masa jednego funta razy przyspieszenie ziemskie, które wynosi mniej więcej $32' - 2''/\text{sec}^2$ (myślnik oddziela stopy od cali). Poundal (**pdl**) jest jednostką siły bazującą na funcie, stopie oraz sekundzie i zdefiniowany jako siła, która masie jednego funta nadaje przyspieszenie jednej stopy na sekundę kwadrat. Stąd:

$$1 \text{ pdl} = 1 \text{ lb.ftVsq.sec.} = 0,1382 \text{ N}$$

czyli

$$1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ pdl.}$$

Rolę tej mniejszej jednostki można przyrównać do tej, jaką odgrywał niuton (N) w stosunku do kilograma-siły (kg) przed wprowadzeniem systemu SI. Jest więc poundal używany w opracowaniach naukowych, lecz jego rola w technice jest raczej niewielka. Dla wskazania wartości ciśnienia stosuje się zazwyczaj cal (lub stopa) słupa wody (inch [foot] of water — **in H₂O** [ft H₂O]), albo cal słupa rtęci (inch of mercury — **in Hg**). W technice jest używany funt siły na cal kwadratowy (pound force per square inch — **lbf/in²** lub **PSI**). $1 \text{ bar} = 14,5 \text{ PSI}$.

Definicja jednostki pracy wynika bezpośrednio z równania definicyjnego jako iloczynu siły i przesunięcia. Stąd jasne jest istnienie takiej wielkości jak np. stopofunt siły (foot pound force — **ft × lbf**) lub foot poundal (**ft × pdl**). Spotyka się też jednostki stanowiące iloczyn jednostek mocy i czasu, np. koniogodzina (**HP-hr**), gdzie [HP] to jednostka mocy źródła pracy mechanicznej.

Podstawową jednostką mocy jest koń parowy (horse power — **HP**). Nazwy koń parowy użyto tutaj, by odróżnić go od metrycznego konia mechanicznego [KM]. Powstanie tej jednostki przypisuje się szkockiemu wynalazcy

Jamesowi Wattowi, który w 1769 r. zbudował pierwszą maszynę parową. W tym okresie do pompowania wody z kopalń używano koni. Watt by zainteresować właścicieli kopalń swoim wynalazkiem, chciał określić ile koni jego maszyna mogłaby zastąpić. Założył więc, że bardzo silny koń może podnieść 150 funtów na wysokość 3 i 2/3 stopy w ciągu sekundy, co dawało pracę 550 stopofuntów na sekundę i nazwał tę jednostkę koniem parowym. Jak sam się później przekonał jego założenie przekraczało nieco siły przeciętnego konia, ale jednostka pozostała.

$$1 \text{ HP} = 550 \text{ lb.ft/s} = 33,000 \text{ lb.ft/min} = \\ = 745,7 \text{ W} = 1,01139 \text{ KM.}$$

Do pomiaru ilości ciepła stosowana jest powszechnie brytyjska jednostka cieplna (British Thermal Unit — **BTU**). Jest to ilość ciepła potrzebna do podgrzania jednego funta wody o jeden stopień Fahrenheita przy ciśnieniu atmosferycznym. Ta sama jednostka jest stosowana zarówno w Wielkiej Brytanii jak i USA. W przybliżeniu $1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal}$. Moc cieplną podaje się w BTU na sekundę (**BTU/s**).

Przedstawione jednostki pochodne nie są wszystkimi, jakich używa się na co dzień w praktyce społecznej czy technologicznej. Odpowiednie dane można znaleźć w stosownych opracowaniach literaturowych czy na stronach internetowych. Nie mniej, podane powyżej informacje pokazują sposób tworzenia takowych, w zależności od potrzeb pomiarowych lub tradycji.

Metryzacja układu anglosaskiego

Oficjalnie system anglosaski funkcjonuje wciąż w Stanach i państwach pozostających w strefie ich wpływów, jak np. Panama, Puerto Rico, oraz w wielu krajach Wspólnoty Brytyjskiej. Wielka Brytania stosuje obecnie system metryczny, co jednak wciąż dla wielu Brytyjczyków jest trudno akceptowalną rzeczywistością jako jeden z przejawów „imperializmu” Unii Europejskiej. W rzeczywistości zadanie metryzacji systemu anglosaskiego było podejmowane w Wielkiej Brytanii od ponad dwustu lat.

13 kwietnia 1790 r. parlament brytyjski podjął po raz pierwszy rozważania nad możliwością stosowania systemu metrycznego w Wielkiej Brytanii. Sir John Riggs Miller przedstawił propozycję wprowadzenia jednocześnie w Wielkiej Brytanii i we Francji nowego, docelowo jednakowego dla wszystkich państw świata, systemu metrycznego. Koncepcja ta stanowiła wynik wzajemnych ustaleń zainteresowanych; wspomnianego powyżej i biskupa Autum, księcia Talleyranda z Francji. Nie spowodowało to jednak zbyt ożywionej dyskusji w parlamencie, gdyż oznaczałoby to nieakceptowalne przez społeczeństwo brytyjskie poparcie dla inicjatywy strony francuskiej. Sprawa nie powróciła więc pod obrady parlamentu przez ponad 70 lat, aż do połowy XIX wieku.

1 lipca 1863 r. Izba Gmin, 110 głosami przeciw 75, zaaprobowała projekt ustawy dotyczącej przymusowego stosowania systemu metrycznego. Nie podano jednak żadnej daty, od której ten obowiązek zostałby wprowadzony.

Ciekawy jest fakt, że już wówczas padały prawie wszystkie argumenty za i przeciw, takie same jak obecnie. Stwierdzano, że nowy system jest logiczny, prosty, ułatwia kształcenie oraz poszerza możliwości wymiany handlowej. Oponenti argumentowali, że jest niepożądane dla tradycji brytyjskiej naśladowanie pomysłów francuskich, a wprowadzenie systemu metrycznego spowoduje znaczne zamieszanie przez konieczność stosowania skomplikowanych przeliczników przy przechodzeniu ze starego do nowego układu jednostek, co może być trudne dla ludzi o niskich kwalifikacjach zawodowych. W następnym roku, 9 marca 1864 r., Izba Lordów jednak debatowała na projekcie ustawy dopuszczającej stosowanie układu metrycznego w handlu. Padały tu różne, niekiedy dziwne argumenty. Stwierdzono np., że aczkolwiek Anglicy są pełni uwielbienia dla starych wyrażen czy tradycji, to jednak nie ma nic dziwnego w słowie „metryczny” dla człowieka, który wcześniej nie słyszał tego słowa, podobnie jak w słowie „jard” dla tego, który słyszy je po raz pierwszy. Mimo dużej opozycji Parlament uchwalił jednak przedstawioną propozycję, co obecnie znane jest tzw. ustawa. Wagi i Miary Metryczne (Metric Weights and Measures Act, 1864).

Jako konsekwencję podjętych decyzji prawnych, 24 lutego 1868 r. przedstawiono propozycję parlamentarną ustalenia daty wprowadzenia obowiązku stosowania systemu metrycznego na obszarze całego Imperium Brytyjskiego. Zamiast jednak uchwalić tę propozycję powołano specjalną Królewską Komisję do zbadania skutków wprowadzenia systemu metrycznego. Jej raport wyraził jednak poparcie dla systemu metrycznego. Niewiele więc brakowało, aby w 1871 r. Wielka Brytania stała się krajem stosującym system metryczny. Propozycja rządowa o wprowadzeniu w ciągu dwóch lat od daty stosownej uchwały systemu metrycznego została jednak odrzucona w Izbie Gmin, aczkolwiek stosunkiem głosów jedynie 82 do 77. Jednym z argumentów było, że mogłoby to utrudnić działalność gospodarczą Ameryce i koloniom brytyjskim. W tym jednak czasie Kongres USA, rywalizując z Wielką Brytanią, podjął ustawę dopuszczającą stosowanie systemu metrycznego w umowach handlowych.

Mimo negatywnego wyniku głosowania w Izbie Gmin sprawa nie została zamknięta i dwukrotnie podejmowano jeszcze stosowną dyskusję parlamentarną: w 1872 r. i w 1896 r., aby po szerokiej debacie prowadzonej od 21 czerwca do 6 sierpnia 1897 r., zalegalizować stosowanie systemu metrycznego we wszystkich obszarach działalności gospodarczej i społecznej. Nie było już żadnych głosów sprzeciwu. Wielu więc obecnie uważa tę datę za początek systemu metrycznego w Wielkiej Brytanii. Jak wspomniano powyżej, w 1898 r. jard imperialny został określony jako dokładnie równy 914,339 mm. Ale dyskusje na różnych aspektach stosowania systemu metrycznego trwały jeszcze przez dalsze dziesięć lat. W 1904 r. Izba Lordów jednomyślnie podjęła uchwałę o obowiązkowym wprowadzeniu i stosowaniu systemu metrycznego w ciągu dwóch lat od daty uchwały. Powoływano się przy tym na przykłady cesarstw austriackiego i niemieckiego, gdzie okres przejściowy między stosowaniem starych miar krajowych i systemu metrycznego był rzędu jednego tygodnia.

Aczkolwiek rząd brytyjski nie wniósł zastrzeżeń do tej uchwały, nie została ona jednak zaakceptowana przez Izbę Gmin. Kolejne debaty parlamentarne w 1907 r. nie zmieniły tej sytuacji. Teraz bowiem to Ministerstwo Handlu wniosło zastrzeżenia wskazując, że system metryczny nie znajduje zastosowania w wielu dziedzinach handlu międzynarodowego. Liczba przeciwników wzrosła w parlamencie do 150 głosów.

Konflikty wojenne I i II wojny światowej odwróciły uwagę od omawianej problematyki na długi okres. Dopiero tzw. Biała Księga dotycząca stosowania systemu metrycznego, opublikowana przez rząd brytyjski 10 maja 1950 r., ponownie zwróciła uwagę społeczeństwa i parlamentarzystów na to zagadnienie. Nie było to jednak pierwsze opracowanie tego rodzaju. Jak obliczono, w okresie poprzednich stu lat pojawiło się ponad 28 różnego rodzaju opracowań kierowanych do Parlamentu w tym zakresie. Biała Księga była w zasadzie odpowiedzią na zarzuty, tzw. Komisji Hodgsona, przedstawione w 1949 r. Jej opublikowanie spowodowało całą serię interpelacji parlamentarnych kierowanych po adresach poszczególnych ministerstw czy Federacji Przemysłu Brytyjskiego (Federation of British Industries). To doprowadziło w końcu do utworzenia Komisji Metrycznej pod egidą Ministra Technologii. Jej istnienie kreowało atmosferę nacisku na rzecz wprowadzenia systemu metrycznego w Wielkiej Brytanii oraz ułatwiało pozyskiwanie poparcia dla tej koncepcji ze strony różnych grup społecznych.

W 1963 r. przyjęto nową ustawę Wagi i Miary (Weights and Measures Act, 1963) dotyczącą zgodności systemu metrycznego i anglosaskiego stosowanego w Wielkiej Brytanii. Zdefiniowano w niej jednostki podstawowe; jard, funt i stopień Fahrenheita w postaci podania ustalonej zależności liczbowej wiążącej je z jednostkami systemu metrycznego. Jednocześnie zakazano stosowania pewnych starych wielkości systemu anglosaskiego, jak np. drachm (drachma), scruple (skrupuł – około 20 g), minim (około 0,06 ml), chaldron (około 1 tony węgla), quarter (ćwiartka – około 290,9 l ciał sypkich), rod (pręt – około 5,0292 m), pole lub perch (tyka – równa 5.5 jarda) i kilku jeszcze innych. Jednocześnie w 1971 r. zdecydowano brytyjski system monetarny wprowadzając jako jednostkę podstawową funt podzielony na sto pensów.

Aczkolwiek zmieniły się w tym czasie i usprawniły metody pakowania, to jednak wciąż dostawcy podnosili argumenty przemawiające przeciw wprowadzeniu systemu metrycznego do przemysłu spożywczego. Podstawowym argumentem było, że jednostki systemu anglosaskiego wyglądają „lepiej” niż zbliżone wielkości systemu metrycznego. Ceny jednostkowe produktów spożywczych były „tańsze” w systemie anglosaskim. 4 uncje są mniejsze niż 125 g, jeden funt wagi to nieco mniej niż pół kilograma, pint piwa to mniej niż pół litra itp. Przykładem socjologicznego oddziaływania tego efektu mogą być skutki dobrowolnego wprowadzenia systemu metrycznego przez sprzedawców wykładzin podłogowych. Po dwóch latach ich stosowania jeden z dużych sklepów stwierdził jednak, że mierzenie w jardach sugeruje niższą cenę zakupu. Mimo iż cena 10 funtów za jard kwadratowy, to to samo co 12 funtów za metr kwadratowy, to jednak kupujący

odczuwali rzecz inaczej i preferowali sklepy stosujące rozliczenia w jardach, a nie w metrach. Przedsiębiorcy, zaangażowani już w system metryczny, wywierali z kolei silną presję na rząd mającą na celu ustalenie możliwie bliskiej daty obowiązkowego stosowania systemu metrycznego. Nie przynosiło to jednak rezultatów. Trzeba z drugiej strony dodać, że polityka informacyjna wspomnianej powyżej Komisji Metrycznej również nie była zbyt dobra. Jak przekonać ludność, że np. 1 metr to w przybliżeniu trzy stopy, gdy jednocześnie twierdzono że metr to jard i trochę.

Jednak kierownictwo Ministerstwa Handlu uważało, że ustalenie daty obowiązkowego stosowania systemu metrycznego jest już koniecznością. Mimo upływu lat argumenty za i przeciw były wciąż takie same jak w XIX wieku, a jednocześnie liczne kraje Wspólnoty stosowały już system metryczny nie oglądając się na Wielką Brytanie, co przerywało istniejące więzi gospodarcze. Odpowiednia propozycja Ministerstwa Handlu z 1978 r. została skonsultowana i zaakceptowana przez ogromną liczbę przedstawicieli przemysłu, handlu, organizacji konsumenckich, związków zawodowych i innych grup społecznych oraz przez przeważającą grupę parlamentarzystów. Podnoszono jedynie negatywny wydźwięk słowa „obowiązkowego” stosowania systemu metrycznego, zwłaszcza w gronie eurosceptyków. Ze względu na zbliżające się wybory rząd laburzystowski nie miał odwagi podać odpowiedniej propozycji pod obrady parlamentu, wybory jednak i tak przegrał, a premierem została pani Margaret Thatcher.

Nowe kierownictwo polityczne nie było bezpośrednio zainteresowane wprowadzeniem obowiązkowego systemu metrycznego i to mimo argumentów Komisji Metrycznej wskazującej, że dobrowolne wprowadzanie systemu metrycznego nie jest jednak możliwe. Stwierdzając, że Komisja Metryczna wyczerpała swe możliwości, co zresztą było prawdą, rząd ją rozwiązał. Nadal jednak, rzeczowym, stałe obecnym, argumentem na rzecz wprowadzenia systemu metrycznego było istnienie ogromnego rynku światowego stosującego ten system. Oznaczało to bowiem dla Wielkiej Brytanii konieczność ponoszenia kosztów dodatkowych związanych z utrzymywaniem równoległe dwóch systemów metrologicznych. W końcu podjęto decyzję o przeprowadzeniu zmian, co znalazło wyraz w postaci ustawy Wagi i Miary z 1985 r. (Weights and Measures Act, 1985).

Od 1 stycznia 2000 r. w Wielkiej Brytanii oficjalnie można używać legalnie tylko takich jednostek układu angielskiego, jak:

- mile, jardy, stopy i cale w ruchu drogowym na drogowskazach i znakach drogowych dotyczących prędkości lub odległości,
- pinty do piwa beczkowego lub jabłecznika oraz mleka w opakowaniach zwrotnych,
- akry w aktach rejestracyjnych własności ziemi,
- uncje (troy ounce — nieco większa od uncji zwykłych, równa około 31,1 g) do transakcji w obrocie metalami szlachetnymi.



Koegzystencja systemu anglosaskiego i metrycznego

Zjednoczone Królestwo i kraje Wspólnoty Brytyjskiej przyjęły więc już w zasadzie dość dawno system metryczny, lecz jednocześnie w wielu z nich w praktyce funkcjonuje równolegle system anglosaski. Na przykład w Kanadzie kupuje się benzynę na litry, ale w technice są używane galony amerykańskie (U.S. gal), mimo że Kanada jest państwem Wspólnoty Brytyjskiej, bo w tym przypadku jednak silniejsze są więzi ekonomiczne niż prawne. Prognozy pogody podają temperaturę w stopniach Celsjusza, lecz w szpitalach pielęgniarki często wołają Fahrenheita Szybkość jest mierzona w km/godz., ale i tu bywają niespodzianki. Można np. spotkać znak ograniczający szybkość do 88 km/godz., co wynika z dokładnego przeliczenia 55 MPH, gdzie 55 MPH jest maksymalną szybkością w większości stanów USA. Na szosie już od granicy tablice przypominają Amerykanom, że ograniczenie szybkości, np. 60 to km/godz., a nie MPH. Zużycie paliwa jest często podawane w milach na galon (MPG), a nie w litrach na 100 kilometrów. W dużych sklepach waży się w kilogramach, a wywieszona ceny są często dublowane, przy czym cena funta jest wypisana większymi cyframi, bo jest niższa. W małych sklepikach raczej należy zapomnieć o systemie SI.

W technice funkcjonują oba systemy, gdyż wprowadzenie systemu metrycznego wymagałoby zmiany większości norm i wielu sądzi, że w praktyce nie nastąpi to jeszcze przez wiele lat.

W Ameryce zakup na przykład śruby metrycznej M10 jest bardzo trudny i cena jej jest wyższa, natomiast 3/8" znajdzie się wszędzie. Podobnie z rurami i kształtownikami – wszystko w calach. Stąd dokumentacja w biurach projektowych jest wykonywana według życzenia klienta, tzn. w mm lub calach. Często są to hybrydy; np. ciśnienie podawane jest w PSI, natomiast wydajność pompy w l/min, a nie w galonach na minutę (GPM). Moce silników elektrycznych podawane są w HP, a nie w kW mimo że zasadniczo jednostki elektryczne są identyczne w obu systemach. Majuskuły czy minuskuły w skrótach jednostek nie są sztywno respektowane. Można więc podawać ciśnienie zarówno w PSI jak i psi, obroty RPM lub rpm, ważyć się w LB lub lb Aczkolwiek w odczuciu ludzi stosujących układ SI taka niespójność wydaje się trudna do zaakceptowania, nie mniej wydaje się czymś oczywistym i przyjaznym dla ludzi „zanurzonych” w tym środowisku metrologicznym „od zawsze”. Nie mniej nawet dla nich jest oczywiste, że zmiany są tutaj nieuniknione.

W Wielkiej Brytanii panuje jednak mniej liberalny stosunek co do dalszej stosowalności systemu anglosaskiego. Doświadczenia z okresu dobrowolnego stosowania układu SI wskazały na silny aspekt komercyjny jednostek układu anglosaskiego w handlu detalicznym, stąd stosunkowo ostra reakcja władz na próby utrzymania np. wagi w funtach w sklepach detalicznych, aż do kierowania takich przypadków do sądu.

Władza na systemem miar jest bowiem prerogatywą państwa i jako taka musi być respektowana w całej rozciągłości.

Wbrew bowiem potocznemu mniemaniu systemy metrologiczne, to nie domena zainteresowania zamkniętych w laboratoriach naukowców, lecz wyrazisty aspekt symboliki struktury państwowej. Tam gdzie istnieją równolegle dwa systemy metrologiczne wynika to z racjonalnych przesłanek gospodarczych konieczności utrzymania wymiany handlowej i współpracy technologicznej z dużym, sąsiadującym organizmem państwowym, jak w przypadku Kanady.

Należy się liczyć, że przy istotnym wsparciu przez władze państwowe, jak ma to miejsce w przypadku Wielkiej Brytanii, opory wobec nowego systemu znikną. Podobnie dla obecnego młodego polskiego pokolenia zanikają już takie pojęcia, jak morgi i funty czy kwarty lub mendle, które to elementy tradycyjnego systemu metrologicznego spychane są do ludycznego lamusa tradycji.

Podsumowanie

Inercja miar, czyli zjawisko ich trwania i używania mimo zniechęcających działań czynników oficjalnych, jest wciąż mało poznanym zjawiskiem. Nie wynika to bowiem jedynie z oporu wobec przewidywanego wycisku, stanowi również element kształtowania stabilnego, bezpiecznego środowiska społecznego. Władza państwowa wprowadzając nowe jednostki musi uznać niekiedy współistnienie jednostek niekompatybilnych z nowymi. Czasem zachodzi zjawisko adaptacji, gdy stara nazwa przyjmuje nową wartość liczbową.

W Polsce przelicza się niekiedy hektary ziemi na morgi przyjmując, że hektar to dwie morgi, podczas gdy w rzeczywistości tzw. morga polska wynosiła 0,56 ha (w systemie nowopolskim). Podobnie stosuje się przeliczenie tzw. metra (100 kg) na dwa cetnary, czy kilogramy na dokładnie dwa funty.

Ukłonem w stronę tradycji było w 1964 roku nazwanie litrem decymetra sześciennego, chociaż liter, od zdefiniowania go w 1901 r. jako przestrzeni zajmowanej przez 1 kg wody w temperaturze 4°C i ciśnieniu 1 atm, był jednostką pojemności równą 1,000028 dm³. Podobnie do pomiaru ciśnienia utworzono jednostkę zwaną barem, równą 100 kPa, tylko dlatego, że jego wartość jest bliska tradycyjnej jednostce zwanej atmosferą techniczną (0.981 bar).

Porównując możliwości stosowania systemu anglosaskiego trudno nie zauważyć rzeczywistych przewag po stronie systemu metrycznego. Przeliczenie jednostek jest łatwiejsze, co ułatwia uniknięcie pomyłek. Nie mniej, system metryczny razi swym dystansem emocjonalnym do rzeczywistości dnia codziennego. Czym jest, mniej więcej, stopa łatwo jest ustalić każdemu, decymetr jest pojęciem pustym emocjonalnie.

System anglosaski ma więc dla jego użytkowników dużą wartość wizualizacyjną, ułatwiającą orientacyjnie określenie wielkości definiowanej. Doświadczenia europejskie wskazują wciąż na pewne trudności związane ze stosowaniem układu SI w praktyce życia codziennego. Stąd definicja litra, legalizacja bara, czy zastępowanie megagrama [MG] toną [t].

Nie mniej, należy się liczyć ze stopniowym wypieraniem ze świadomości obecnych użytkowników układu anglosaskiego kolejnych jednostek tego systemu i przechodzeniem do codziennego stosowania jednostek z układu SI. Prawdopodobnie nastąpi też społeczna modyfikacja wartości stosowanych jednostek układu anglosaskiego do jednostek układu SI i wprowadzenie innych niż obecnie relacji, np. określenie jednego pinta jako równego pół decymetra sześciennego.

W praktyce problemy koegzystencji systemów anglosaskiego i metrycznego mają jednak mniejsze znaczenie niż przewidywano uprzednio. Wymiana naukowa zachodzi głównie w systemie metrycznym. Pewne elementy dnia codziennego wciąż akceptują istnienie rudymentów systemu anglosaskiego, jak np. wspomniane powyżej rury wodociągowe w calach. W dodatku, ustalenie jednoznaczności powiązania wielkości układu anglosaskiego z systemem metrycznym powoduje, że każda modyfikacja definicji jednostek układu SI automatycznie przenosi się na system anglosaski. Może się to wydawać nieistotne, jako że w praktyce układ anglosaski stosowany jest w zadaniach dnia codziennego, gdzie wymagana precyzja jest mniejsza niż w technologii, nie mniej takie ustalenie określa jednoznacznie, że związek między odpowiednikami obu układów jest ściśle określony, a często stosowane określenie, że dana wielkość np. 1 pounda to około 0,1382 [N] wynika jedynie z faktu pominięcia określonej liczby cyfr wartości przelicznika, nie zaś z różnych i, może, zmiennych definicji jednostek podstawowych.

Brak organizacji odpowiedzialnej za stan systemu anglosaskiego powoduje większą dowolność w zapisie jednostek.

Powoduje to określone trudności w przypadku przygotowania projektów dla strefy gospodarczej wciąż tego systemu używającej. Przed przeliczeniem odpowiednich jednostek należałoby ustalić typy jednostek pożądanymi przez zainteresowane strony. Zabawnym przykładem błędu byłoby tu utożsamianie konia parowego [HP] z koniem mechanicznym [KM]

Przedstawione informacje powinny uczulić polskiego czytelnika na treści przekazywane w literaturze anglojęzycznej.

Te same pozornie pojęcia nie zawsze muszą oznaczać dokładnie tego samego i dodatkowa analiza może być przydatna w celu uniknięcia ewentualnych pomyłek. Mówi się tutaj głównie o jednostkach używanych w technice, trochę – żegludze, ale są jeszcze jednostki np. aptekarskie czy jak wspomniana troy uncja – jubilerskie i jeszcze wiele innych. W praktyce można udawać, że ich nie ma, gdyż często mają znaczenie jedynie w bardzo specyficznych sytuacjach. W razie potrzeby można natomiast sięgnąć po odpowiednią literaturę.

Aczkolwiek system metryczny wykazał swą przewagę „technologiczną” nad innymi układami miar, w tym i imperialnym systemem anglosaskim, niemniej jednak nie należy się dziwić trwaniu przy nim przez znaczne grupy społeczne. Konserwatyzm postaw można uznać za przejaw zdrowia psychicznego danej społeczności, gdyż daje im poczucie więzi i integralności grupowej wobec zmieniającego się świata. Tę postawę należy raczej uszanować i w Zjednoczonym Królestwie wciąż zamawiać piwo na pinty, nawet jeżeli we własnym kraju preferowano by raczej półlitrowy kufel.

Podziękowania

Napisanie niniejszego artykułu było możliwe dzięki środkom pozyskany w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.180.127. za co autorzy serdecznie dziękują władzom Akademii Górniczo-Hutniczej.

LITERATURA

- [1] Baszkiewicz J.: Historia Francji. Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich, Wydawnictwo Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk 1978
- [2] Chmielewski H.: Międzynarodowy Układ Jednostek Miar. Wydawnictwo Naukowe i Pedagogiczne, Warszawa 1989
- [3] Górniak H., Gundlach W., Ochęduszek S.: Zastosowanie Międzynarodowego Układu Jednostek SI w energetyce cieplnej. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Wrocław 1970
- [4] Jones M. A.: Historia USA. Wydawnictwo MARABUT, Gdańsk 2002
- [5] Obalski J.: Zasady Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971
- [6] Massalski J. M., J. Studnicki: Międzynarodowy Układ Jednostek Miar. Wydawnictwo Naukowe i Pedagogiczne, Warszawa 1989
- [7] Nowa Encyklopedia Powszechna PWN. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- [8] Rysiewicz Z. (red. naczej.): Słownik Wyrazów Obcych. Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1965
- [9] Szamotulski J. W., Kałuszek D.: Jednostki SI. Tablice przeliczeniowe. Wydawnictwo Normalizacyjne, Warszawa 1978
- [10] Szymanski J.: Nauki pomocnicze historii. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
- [11] World, Weights and Measures. United Nations. Department of Economic and Social Affairs New York 1966
- [12] Humble J.: Historical perspectives on Metrication. <http://www.ex.ac.uk/cirnt/dictunit/dictunit.htm> — MetUK
- [13] Sit Królewskiego Obserwatorium w Greenwich: <http://www.rog.nmm.ac.uk/>
- [14] Sit National Physical Laboratory: <http://www.npl.co.uk/about/histo17Jengtli/>

