

Pisownia oraz wymowa nazw i oznaczeń jednostek miar

Edward Musiał

Na tle zarysu historii standaryzacji jednostek miar artykuł przedstawia jej stan aktualny. Omówiono jednostki podstawowe i jednostki pochodne układu SI oraz jednostki dopuszczone do stosowania z jednostkami SI. Wyjaśniono problemy wdrażania krotności binarnych jednostek miar stosowanych w informatyce. Przedstawiono zasady zapisywania nazw i oznaczeń jednostek głównych i jednostek złożonych oraz zasady tworzenia jednostek krotnych. Wskazano możliwe nieporozumienia przy stosowaniu zarówno najstarszych, jak również najnowszych jednostek spoza układu SI. Podano wskazówki, które powinny być przestrzegane w dokumentach technicznych oraz w tekstach i innych wypowiedziach naukowych.

Wartość wielkości fizycznej

W tekstach technicznych powszechnie występują rozmaite wielkości fizyczne: długość, czas, temperatura, gęstość, rezystywność, napięcie, natężenie prądu, moc, natężenie oświetlenia itd. Są to takie własności fizyczne ciał (materiałów, przedmiotów, istot żywych) oraz zjawisk (mechanicznych, elektrycznych, chemicznych, biologicznych itp.), które można określić ilościowo, czyli zmierzyć i porównać (ilościowo, kwantytatywnie) z takimi samymi własnościami innych ciał bądź zjawisk. Można je porównać ilościowo, dlatego że każdą wielkość fizyczną można zmierzyć – bezpośrednio lub pośrednio – i na tej podstawie można jej przypisać określoną wartość.

Należy zatem mówić i pisać o wartości temperatury, wartości napięcia bądź wartości prądu, a nie o wielkości temperatury, wielkości napięcia czy wielkości prądu, bo wielkością (fizyczną) są tu właśnie temperatura, napięcie i prąd. Nie jest to osobiliwość języka polskiego, bo również w innych językach mówi się i pisze o wartości wielkości fizycznej: the value of a physical quantity (en), la valeur d'une grandeur physique (fr), der Wert einer physikalischen Größe, w skrócie der Größenwert (de), значение физической величины (ru), el valor de una magnitud física (es), il valore di una grandezza fisica (it).

Od własności mierzalnych (ilościowych, kwantytatywnych) należy odróżniać własności niemierzalne (jakościowe, kwalitatywne) ciał i zjawisk, również istot żywych, które nie sposób określić ilościowo, bo nie dają się zmierzyć, np.: zapach, kształt, płeć, uroda. Można je określić tylko słownie, opisowo, a zatem nie są to wielkości fizyczne i niniejsze rozważania ich nie dotyczą.

Wiedza o elektryczności długo była wiedzą opisową, była relacją z obserwacji zjawisk naturalnych bądź eksperymentów w pracowniach pasjonatów, była zbiorem opowiadań. Stała się nauką, kiedy rozpoznano pierwsze wielkości (potencjał elektryczny, napięcie, natężenie prądu, opór elektryczny) i zależności między nimi, bo nuczono się je mierzyć, a przedtem – umownie ustalono ich jednostki miar. Takie były początki wszystkich nauk ścisłych badających świat materialny.

Standaryzacja jednostek miar

Pomiar bezpośredni wielkości fizycznej polega na porównaniu jej z wielkością wzorcową przyjętą za jednostkę miary, czyli na określeniu stosunku liczbowego wartości danej wielkości do jej wzorca umownie przyjętego za jednostkę miary. Polega zatem na sprawdzeniu, ile razy dana wielkość fizyczna jest większa bądź mniejsza od wielkości przyjętej za jednostkową. Liczba możliwych układów jednostek miar jest nieograniczona i od zarania dziejów było ich wiele. Pozostałości wzorców miar występują w najstarszych znaleziskach archeologicznych, a wzmianki o nich są w Biblii. Początkowo obejmowały nieliczne wielkości fizyczne (czas, długość, pole powierzchni, objętość, masa), niezbędne zwłaszcza na potrzeby budownictwa, rzemiosła, handlu oraz poboru danin i podatków. W dawnych czasach jednostki miar były chyba bardziej respektowane niż obecnie, bo jeszcze do połowy XIX w. w niejednym kraju za ich fałszowanie karano śmiercią.

Dawniej poszczególne jednostki miar, nawet na tym samym obszarze, były ustalane w oderwaniu od siebie i nie było między nimi określonych zależności. Zdarzało się też, że tę samą nazwę miały jednostki, które na różnych obszarach znaczyły co innego i to nie tylko w przypadku mórg, sążni czy łokci. Jeszcze w drugiej połowie XIX w. natężenie prądu elektrycznego wyrażano w weberach, ale weber na ziemiach niemieckich był 10-krotnie mniejszy od webera na Wyspach Brytyjskich. Nietrudno sobie wyobrazić możliwe nieporozumienia oraz zawilości przeliczania jednostek miar, zwłaszcza w czasach bądź na terenach bez systemu metrycznego.

Niniejszy artykuł nie jest wykładem teorii ani zarysem historii układów jednostek miar, ale kilkanaście etapów na drodze do obecnego stanu rzeczy – który bynajmniej nie jest ostateczny – warto wymienić:

1565 – przyjęcie „Ustawy na miary y na wagi”, która na wszystkich polskich ziemiach wprowadziła jednolitą miarę długości (łokieć krakowski) i określała wzorce miar rynkowych. Kolejne ustawy, już w czasach Rzeczypospolitej Obojga Narodów (lata: 1569, 1588, 1633) porządkowały miary lokalne. Wzorce miar przechowywano w ratuszu każdego miasta.

1795 – ustanowienie pierwszego na świecie prawa [1], wprowadzającego metryczny system miar – 18 germinała 3 r. roku Wielkiej Rewolucji Francuskiej (7 kwietnia 1795 r.). Zdefiniowano jednostki: metr, ar, litr i gram oraz pierwsze nazwy przedrostków służących do tworzenia podwielokrotności (decy-, centy-) i wielokrotności (deka-, hekto-, kilo-, miria-) jednostek miar. Jednak dopiero w roku 1837 system metryczny stał się we Francji jedynym legalnym systemem miar.

1799 – wykonanie i zatwierdzenie platynowych wzorców metra oraz kilograma i złożenie ich w Archiwum Republiki Francuskiej „w podwójnej szafie żelaznej, zamkniętej na 4 zamki”. Ustawą z 19 frimaira 8 r. (10 grudnia 1799 r.) te wzorce pochopnie uznano za ostateczne.

Dr inż. Edward Musiał – Wydział Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej (poczta@edwardmusial.info)

1868 – ustawa o miarach z 17 sierpnia 1868 r. wprowadzająca system metryczny na całym obszarze Związku Północnoniemieckiego, w tym na ziemiach polskich pod zaborem pruskim.

1871 – ustawa o miarach i wagach z 23 lipca 1871 r., wprowadzająca system metryczny na całym obszarze Austro-Węgier, w tym na ziemiach polskich pod zaborem austriackim.

1874 – koncepcja bezwzględnej jednostki CGS (centymetr, gram, sekunda) opracowana przez British Association for the Advancement of Science. Brak definicji jednostek elektrycznych spowodował powstanie rodziny układów CGS (układ elektrostatyczny, układ elektromagnetyczny, układ Giorgiego) stosowanych w nauce do połowy XX w.

1875 – Międzynarodowa Konwencja Metryczna podpisana przez 17 krajów w celu ujednolicenia tego systemu miar. Aktualnie obejmuje 51 członków zwyczajnych (Polska od 1925 r.) i 27 członków stowarzyszonych. Najwyższym organem Konwencji jest Generalna Konferencja Miar (GKM) obecnie zbierająca się co trzy lub cztery lata. Podlega jej Międzynarodowy Komitet Miar i Wag, który w sposób ciągły nadzoruje działalność Międzynarodowego Biura Miar i Wag, powołuje komitety doradcze, a także przygotowuje projekty uchwał Generalnej Konferencji Miar.

1881 – 1. Międzynarodowa Wystawa Elektryczności w Paryżu i 1. Międzynarodowy Kongres Elektryków, zwołany w celu ujednolicenia jednostek miar w elektrotechnice. Przyjęto system jednostek British Association (om, volt, amper, kulomb, farad) po zmianie nazwy jednostki natężenia prądu z webera na amper, ze względu na wspomnianą wyżej rozbieżną interpretację webera w różnych krajach.

1889 – kolejny Międzynarodowy Kongres Elektryków w Paryżu – zatwierdzenie oznaczenia, nazwy i definicji wata oraz dżula. Zalecenie, by moc silników elektrycznych podawać w kilowatach a nie w koniach mechanicznych.

1899 – ustawa o miarach w Rosji z 2 sierpnia 1899 r., ustalająca relacje miar rosyjskich względem jednostek metrycznych, obejmująca również ziemie polskie pod zaborem rosyjskim.

1919 – dekret o miarach z 8 lutego 1919 r. wprowadzający na terenie Państwa Polskiego system metryczny, wcześniej już stosowany na ziemiach polskich z wyjątkiem zaboru rosyjskiego.

1946 – przyjęcie układu jednostek MKSA (metr, kilogram, sekunda, amper) przez Międzynarodowy Komitet Miar i Wag.

1954 – X Generalna Konferencja Miar – ustanowienie sześciu jednostek podstawowych (metr, kilogram, sekunda, amper, kandela, stopień Kelvina) i przyjęcie zasady spójności układu jednostek podstawowych.

1960 – XI Generalna Konferencja Miar – ostateczne ustanowienie Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI.

2014 – planowana XXV Generalna Konferencja Miar (18–20 listopada w Paryżu) – w programie rozważenie i przyjęcie nowych definicji wszystkich jednostek podstawowych SI.

Układ międzynarodowy SI

Jeszcze w XX w. było w użyciu kilka układów jednostek miar (CGS, MKS, MKSA, MTS, techniczny, anglosaski) zanim szeroko zaakceptowano Międzynarodowy Układ Jednostek Miar, w skrócie

TABELA I. Nazwy i oznaczenia jednostek podstawowych SI

Wielkość fizyczna	Jednostka miary	
	nazwa	oznaczenie
Długość	metr	m
Masa	kilogram	kg
Czas	sekunda	s
Prąd elektryczny (natężenie prądu elektrycznego)	amper	A
Temperatura termodynamiczna	kelwin	K
Liczność materii	mol	mol
Światłość	kandela	cd

TABELA II. Jednostki pochodne spójne SI o specjalnych nazwach i oznaczeniach

Wielkość fizyczna	Jednostka miary		
	nazwa	oznaczenie	definicja
Kąt płaski	radian ^{*)}	rad	1 rad = 1 m/1 m = 1
Kąt bryłowy	steradian ^{*)}	sr	1 sr = 1 m ² /1 m ² = 1
Częstotliwość	herc	Hz	1 Hz = 1/1 s
Siła	niuton	N	1 N = 1 kg · 1 m/1 s ²
Ciśnienie, naprężenie	paskal	Pa	1 Pa = 1 N/1 m ²
Energia, praca, energia cieplna	dżul	J	1 J = 1 N · 1 m
Moc, moc promieniowania	wat	W	1 W = 1 J/1 s
Ilość elektryczności, ładunek elektryczny	kulomb	C	1 C = 1 A · 1 s
Potencjał elektryczny, różnica potencjałów, napięcie elektryczne, siła elektromotoryczna	wolt	V	1 V = 1 W/1 A
Pojemność elektryczna	farad	F	1 F = 1 C/1 V
Rezystancja elektryczna (opór elektryczny)	om	Ω	1 Ω = 1 V/1 A
Konduktancja elektryczna	simens	S	1 S = 1 Ω ⁻¹
Strumień magnetyczny	weber	Wb	1 Wb = 1 V · 1 s
Indukcja magnetyczna	tesla	T	1 T = 1 Wb/1 m ²
Indukcyjność	henr	H	1 H = 1 Wb/1 A
Temperatura Celsjusza	stopień Celsjusza	°C	1 °C = 1 K
Strumień świetlny	lumen	lm	1 lm = 1 cd · 1 sr
Natężenie oświetlenia	luks	lx	1 lx = 1 lm/1 m ²
Aktywność radionuklidu	bekereel	Bq	1 Bq = 1/1 s
Dawka pochłonięta, energia przekazana właściwa, kerma, wskaźnik dawki pochłoniętej	grej	Gy	1 Gy = 1 J/1 kg
Równoważnik dawki pochłoniętej	siwert	Sv	1 Sv = 1 J/1 kg
Aktywność katalityczna	katal	kat	1 kat = 1 mol/1 s

^{*)} Jednostki miary obu kątów są wielkościami niemianowanymi, wobec czego alternatywną jednostką jest jedność (1).

TABELA III. Niektóre jednostki legalne spoza układu SI dopuszczone do stosowania z jednostkami SI

Wielkość	Jednostka miary		
	nazwa	oznaczenie	definicja
Pole powierzchni gruntów rolnych lub terenów budowlanych	ar	a	1 a = 10 ² m ²
	hektar	ha	1 ha = 10 ⁴ m ²
Zdolność skupiająca układu optycznego	dioptria	brak *)	1 dioptria = 1 m ⁻¹
Masa kamieni szlachetnych	karat metryczny	ct	1 ct = 2·10 ⁻¹ g
Cisnienie krwi oraz ciśnienie innych płynów ustrojowych	milimetr słupa rtęci	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa
Moc bierna	war	var	1 var = 1 W
Moc pozorna	woltoamper	VA	1 VA = 1 W
Energia	watogodzina	Wh	1 Wh = 3,6·10 ³ J
Ładunek elektryczny	amperogodzina	Ah	1 Ah = 3600 C
Poziom wielkości polowej (elektromagnetycznej, akustycznej)	neper	Np	1 Np jest poziomem wielkości pola, gdy $\ln(F/F_0) = 1$
	bel	B	1 B jest poziomem wielkości pola, gdy $2 \cdot \lg(F/F_0) = 1$
Poziom wielkości mocowej (elektromagnetycznej, akustycznej)	neper	Np	1 Np jest poziomem wielkości mocy, gdy $1/2 \cdot \ln(P/P_0) = 1$
	bel	B	1 B jest poziomem wielkości mocy, gdy $\lg(P/P_0) = 1$

*) W niektórych krajach są lub były w użyciu rozmaite nieznormalizowane oznaczenia: δ, D, dpt.

układ SI (od franc. *Système International d'Unités*). Po ustanowieniu w roku 1960, był on wielokrotnie modyfikowany, a kolejne udoskonalenia są w toku. Układ SI został, choć nie od razu, zaakceptowany przez niemal wszystkie kraje świata, bo ma ważne zalety. Jednostki podstawowe układu SI – na razie poza kilogramem, jednostką masy¹⁾ – są zdefiniowane w sposób uniwersalny, łatwy do odtworzenia z wymaganą dokładnością przez każde laboratorium dysponujące odpowiednim wyposażeniem i kompetentnym personelem. Układ SI góruje nad wcześniejszymi układami również tym, że jest bardziej logiczny i spójny wewnętrznie, bo relacje między jednostkami miar są w nim proste i jednoznaczne. Jego użytkownicy w dowolnym zakątku świata posługują się tymi samymi jednostkami. Niezależnie od kraju jednostki SI mają tę samą definicję, występują między nimi te same relacje i – w tym samym alfabecie – mają identyczne oznaczenie. Natomiast nazwy jednostek mogą się różnić pisownią i wymową ze względu na niuanse językowe.

Kraje, kolejno przyjmujące układ SI jako obowiązujący, potwierdzały to następnie w swoich aktach prawa powszechnego i ustalały legalne jednostki miar, których stosowanie w praktyce przemysłowej, handlu i usługach jest ustawowo dozwolone w danym kraju, przy czym można wyróżnić następujące grupy jednostek legalnych w tych krajach:

- Jednostki należące do układu SI, jednakowe w każdym kraju, w tym:
 - jednostki podstawowe SI (SI base units) – jest to zbiór siedmiu wzajemnie niezależnych wymiarów (tab. I) niezbędnych w analizie wymiarowej, stosowanej w nauce i technice, ustalony na podstawie fizycznie istniejącego wzorca (kilogram) lub doświadczenia (poza stałe jednostki),
 - jednostki pochodne SI (SI derived units) – jest to nieograniczony liczbowo zbiór jednostek układu SI (tab. II) zdefiniowanych przez odniesienie do jednostek podstawowych, utworzony na podstawie równania definicyjnego danej wielkości i wynikającego z niego równania wymiarowego jej jednostki. Każdą jednostkę pochodną daje się wyrazić jako iloczyn jednostek podstawowych ukła-

du SI podniesionych do odpowiedniej potęgi bądź jako jednostę, np. w przypadku radiana i steradiana²⁾. Jednostki pochodne, których definicja nie zawiera współczynnika różnego od jedności (tab. II), nazywają się jednostkami pochodnymi spójnymi układu SI (coherent derived SI units).

- Jednostki pozaukładowe (units outside the SI) – jest to, różny w poszczególnych krajach, zbiór jednostek miar niezwiązanych równaniami definicyjnymi z jednostkami podstawowymi SI, a nawet jednostki nienależące do żadnego innego układu jednostek miar, w tym:
 - jednostki dopuszczone do stosowania z jednostkami układu SI przez GKM i przepisy krajowe (tab. III),
 - jednostki niedopuszczone do stosowania z jednostkami układu SI przez GKM, ale tymczasowo dopuszczone w niektórych krajach ze względu na powszechność ich stosowania bądź szczególne uwarunkowania gospodarcze. Dopuszczalność jest uwarunkowana jednoczesnym wyrażaniem wartości wielkości z odpowiadającą jej jednostką legalną, np. rura o średnicy $\varnothing = 1\frac{1}{4}"$ (32 mm), wartość energetyczna tabliczki czekolady 536 kcal (2240 kJ).

Każda wielkość fizyczna ma tylko jedną jednostkę SI, np. jednostką natężenia prądu elektrycznego jest amper i tylko amper, oczywiście wraz z jego dziesiętnymi wielokrotnościami i podwielokrotnościami. Natomiast nie jest prawdziwe twierdzenie odwrotne, bo jedna i ta sama jednostka SI może być miarą więcej niż jednej wielkości fizycznej. Amper (oznaczenie A) jest jednostką natężenia prądu, ale także – jednostką siły magnetomotorycznej. Dżul na kelwin (oznaczenie J/K) jest jednostką pojemności cieplnej, ale również – jednostką entropii. Z tych powodów podanie samej wartości liczbowej i jej jednostki jako wyniku pomiaru czy obliczenia nie zawsze wystarczy. Należy dokładnie nazwać wielkość fizyczną, której te dane dotyczą. To dlatego od wielofunkcyjnych mierników cyfrowych wymaga się, aby oprócz wyniku liczbowego i jednostki wyświetlały nazwę mierzonej wielkości fizycznej, jeżeli brak tej informacji mógłby prowadzić do nieporozumienia.

Niestety, układ SI nie w każdym kraju jest jedynym legalnym systemem miar. W Stanach Zjednoczonych [20], w których układ SI

stał się obowiązujący dopiero w roku 1996, i w niektórych krajach Commonwealthu obok układu SI nadal jest tolerowany, chociaż stopniowo marginalizowany, dawny brytyjski (imperialny) system miar. Nietrudno pojąć wynikające z tego stanu komplikacje w warunkach postępującej globalizacji gospodarki, rozwoju międzynarodowej współpracy naukowo-technicznej i rozwoju międzynarodowej komunikacji lotniczej. Chodzi nie tylko o oczywiste utrudnienia i koszty jednoczesnego posługiwania się różnymi układami miar. Z powodu niezgodności układów, do których przywykli współpracujący partnerzy, nieraz dochodziło do kosztownych nieporozumień w wymianie technicznej i handlowej. Z tych powodów dochodziło też do tragicznych wypadków w komunikacji lotniczej, zwłaszcza przy trudnym lądowaniu, kiedy nie ma warunków do uzgadniania ani do przeliczania jednostek podczas gorączkowej konwersacji kokpitu z wieżą. Wypadki z tego powodu zdarzały się mimo usilnych zabiegów międzynarodowego ujednolicenia jednostek miar dopuszczonych do wykorzystywania w ruchu lotniczym [21].

Po odrodzeniu się państwa polskiego w roku 1918 pilną sprawą było ujednolicenie legalnych jednostek miar na terenach przejętych z trzech zaborów o różnym systemie prawnym i różnej tradycji technicznej. Dekret w tej sprawie [2] został wydany przed upływem trzech miesięcy od ogłoszenia niepodległości. Projekt dekretu, jak również teksty pierwszych rozporządzeń o miarach, przygotował były współpracownik Dymitra Mendelejewa – Zdzisław Rauszer, który już wcześniej (w kwietniu 1916 r.), uruchomił w Warszawie Urząd Miar.

Układ SI wprowadzono w polskim prawie powszechnym w roku 1966 [5]. Od tego czasu stan prawny był wielokrotnie nowelizowany bądź korygowany [6–13] rozporządzeniami, również takimi które de facto były erratami. W minionym półwieczu parokrotnie występowały okoliczności uzasadniające nowelizację układu SI, zmieniono nawet wzorce większości jednostek podstawowych, czyli jeden z fundamentów układu. To akurat ogółu użytkowników nie dotyczy bezpośrednio. Natomiast dotyczą ich kolejne – na poziomie międzynarodowym – zmiany nazw i oznaczeń jednostek oraz zasad ich zapisywania, bo naruszają przeświadczenie o trwałości i doskonałości układu. Jeszcze bardziej szkodliwe są ułomności polskiego prawa o legalnych jednostkach miar. Przykładem może być ostatnie rozporządzenie z roku 2010 [13], które usuwa rzeczywiste i domniemane usterki poprzedniego rozporządzenia z roku 2006 [12] i zarazem wprowadza nowe uchybienia. W podobnych przypadkach braku zaufania do przepisów prawa krajowego warto sięgać do obowiązujących je podstaw merytorycznych, czyli do ustaleń międzynarodowych, zwłaszcza do uchwał GKM oraz do norm PN wzorowanych na normach międzynarodowych i regionalnych albo bezpośrednio do wersji oryginalnej dokumentów IEC, ISO bądź EN [14–19].

Oznaczenia głównych jednostek miar

Jednostki główne są to jednostki podstawowe SI oraz te jednostki pochodne SI, które wynikają wprost z równań definicyjnych, a nie są jednostkami krotnymi (nie są dziesiętnymi wielokrotnościami ani podwielokrotnościami). Jednostki główne, poza stopniem Celsjusza, mają nazwy jednowyrazowe. Oznaczenia jednostek miar, których nazwy upamiętniają wybitnych uczonych bądź wynalazców i pochodzą od ich nazwiska, pisze się wielką literą (tab. IV). W oznaczeniach dwuliterowych tylko pierwsza jest wielka. Ta zasada była od początku przestrzegana, o czym świadczą oznaczenia jednostek, które już wyszły z użycia, ale pozostały w dawnych dziełach i w pamięci starszego pokolenia, np. gaus (Gs), maksweł (Mx), ersted (Oe). Z naciskiem trzeba podkreślić, że nazwa jednostki wprowadzonej pochodzi od nazwiska – zapisanego zgodnie z polską pisownią fonetyczną – ale w żadnym razie nie naśladuje jego oryginalnej pisowni. Mają to uzmysłowić wyróżnienia w tab. IV. Natomiast oznaczenia jednostek, których nazwy pochodzą od rzeczowników pospolitych, pisze się małą literą, jeżeli ogólne zasady pisowni nie stanowią inaczej: cd – kandelą od łac. *candela* (świeca), lm – lumen od łac. *lumen* (światło), lx – luks od łac. *lux* (światło), rd – radian od łac. *radius* (promień), sr³ – steradian od gr. *stereo* (stanowiący bryłę) i łac. *radius* (promień).

Oznaczenia jednostek miar należy pisać dokładnie tak, jak występują one w kolejnych tablicach (tab. I–IV), tzn. czcionką prostą (antykwą) bez kropki, bo to nie jest skrót, lecz oznaczenie.

TABELA IV. Najważniejsze dla elektryka oznaczenia jednostek układu SI pisane wielką literą

Jednostka miary SI		Osoba upamiętniona nazwaniem jednostki miary wielkości fizycznej
oznaczenie	nazwa	
A	amper	André Marie Ampère (1775–1836) – francuski fizyk i matematyk
C	kulomb	Charles Augustin de Coulomb (1736–1806) – francuski fizyk
F	farad	Michael Faraday (1791–1867) – angielski fizyk i chemik, samouk
H	henr	Joseph Henry (1797–1878) – amerykański fizyk
Hz	herc	Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) – niemiecki fizyk
J	dżul	James Prescott Joule (1818–1889) – angielski fizyk
K	kelwin	William Thomson, Lord Kelvin (1824–1907) – szkocki fizyk, matematyk i przyrodnik
N	niuton	Isaac Newton (1642–1727) – angielski fizyk, matematyk, astronom, filozof
Np	neper	John Napier , Laird of Merchiston (1550–1617) – szkocki matematyk, fizyk i astronom, twórca logarytmów
Pa	paskal	Blaise Pascal (1623–1662) – francuski matematyk, fizyk i filozof religii
S	simens	Ernst Werner von Siemens (1816–1892) – niemiecki wynalazca i konstruktor elektryk, współzałożyciel (1847) firmy Siemens&Halske
T	tesla	Nikola Tesla (1856–1943) – inżynier i wynalazca serbskiego pochodzenia, pracujący na terenie Austro-Węgier, Francji i USA
V	wolt	Alessandro Volta (1745–1827) – włoski fizyk, fizjolog, wynalazca i konstruktor
W	wat	James Watt (1736–1819) – szkocki inżynier i wynalazca
Wb	weber	Wilhelm Edward Weber (1804–1891) – niemiecki fizyk, twórca bezwzględnej jednostki miar (1851 r.) wprowadzonego w Niemczech
Ω	om	Georg Simon Ohm (1789–1854) – niemiecki matematyk i fizyk

Kto kropkę postawi, ten może zmienić treść wypowiedzi, np. minutę (min) zmienić w ministra (min.) albo sekundę (s) – w stronicę, albo w siostrę zakonną (s.). Oczywiście, zgodnie z zasadami interpunkcji, stawia się kropkę, jeżeli oznaczenie jednostki znajdzie się na końcu zdania. Do znormalizowanego oznaczenia jednostki nie wolno dodawać indeksów ani innych uzupełnień. Niedopuszczalne są np. następujące dopiski, spotykane w tekstach elektryków: V_{\max} , A_{rms} , MW_e , V_{dc} , V_{dc} . Ta kwestia jest szerzej wyjaśniona w dalszej części artykułu.

Oznaczenia jednostki należy używać łącznie z wartością liczbową i jest to podstawowa forma zapisu, co można wyjaśnić na następującym przykładzie. Informację, że „napięcie wynosi 235 V”, należy napisać właśnie w ten sposób. Wyjątkowo, w tekście dla laików albo w celu objaśnienia poprawnej wymowy, lub też w tekście literackim albo w prasie, można napisać: „napięcie wynosi dwieście trzydzieści pięć woltów” albo „napięcie wynosi 235 woltów”. Natomiast zapis „napięcie wynosi dwieście trzydzieści pięć V” jest niedopuszczalny w żadnym tekście, chyba że chodzi o jego napiętnowanie jak w tym zdaniu. Podobnie, można napisać poprawnie: „Jest 1 000 000 mm w 1 km” albo „Jest 10⁶ mm w 1 km”, albo: „Jest milion milimetrów w jednym kilometrze”, ale niedopuszczalny jest zapis: „Jest milion mm w km”. Poprawny jest zapis: „Tę objętość wyraża się w metrach sześciennych”, ale błędny byłby zapis: „Tę objętość wyraża się w m³”.

Oznaczenie jednostki bez wartości liczbowej, ale łącznie z oznaczeniem właściwej wielkości fizycznej, może się pojawić w samym tekście naukowym, a zwłaszcza przy objaśnianiu oznaczeń wielkości fizycznych występujących we wzorach, w nagłówkach tablic i przy osiach wykresów. Przy podawaniu zakresu wartości wielkości fizycznych, niepewności pomiaru, dokładności obliczeń czy tolerancji wymiarów nie powinno być wątpliwości, w jakich jednostkach podaje się każdą z wartości liczbowych. Oznacza to, że każda liczba powinna być podawana z właściwą jednostką wprost bądź pośrednio, ale zgodnie z zasadami zapisu wyrażeń matematycznych. Na przykład nie należy pisać „moc powinna być zawarta w zakresie od 20 do 40 W”, bo nie ma pewności, że chodzi o 20 W, a nie – przez rozróżnienie piszącego – np. o 20 mW. Te wskazówki ilustrują następujące przykłady poprawnego i niepoprawnego zapisu:

Zapis poprawny	Zapis niepoprawny
$P = (20 \div 100) \text{ kW}$ moc w zakresie od 20 kW do 100 kW	$P = 20 \div 100 \text{ kW}$
$P = (75,0 \pm 0,4) \text{ kW}$ moc 75,0 kW z tolerancją $\pm 0,4 \text{ kW}$	$P = 75,0 \pm 0,4 \text{ kW}$
Płyta o wymiarach 500 mm \times 340 mm \times 6 mm	Płyta o wymiarach 500 \times 340 \times 6 mm

Zapisując wartość dowolnej wielkości fizycznej wolno użyć tylko jednej jednostki, np. długość rury wynosi $l = 11,385 \text{ m}$ albo $l = 11\,385 \text{ mm}$. Niedopuszczalny jest zapis: $l = 11 \text{ m } 38 \text{ cm } 5 \text{ mm}$. Wyjątkiem jest objaśniony nieco niżej tradycyjny zapis wartości kąta płaskiego. Nie należy w tekście ujmować oznaczenia jednostki w nawias kwadratowy, np. „stosując napięcie $U = 500 \text{ [V]}$, otrzymuje się...”. Zasady edytorskie niektórych wydawnictw dopuszczają nawiasy wyjątkowo, w dwóch sytuacjach. Po pierwsze, jeżeli napisana po wzorze jednostka miary, w jakiej otrzymuje się wynik, mogłaby

być uważana za składnik wzoru. Na przykład zamiast „ $L = v \, t \text{ m}$ ” można napisać „ $L = v \, t \text{ [m]}$ ”, ale przecież nieporozumienia można uniknąć w inny sposób. Po drugie, w nagłówkach tabel oraz przy osiach wykresu, w celu odróżnienia oznaczenia jednostki od oznaczenia wielkości fizycznej, zwłaszcza kiedy zachodzi możliwość ich pomylenia (m – metr czy masa, l – litr czy długość). Czytelnik może przecież nie wiedzieć, że nazwy i oznaczenia jednostek drukuje się taką czcionką, jak cały tekst, natomiast oznaczenia wielkości fizycznych, liter źródłowych i wszelkich ich wskaźników, powinny być drukowane czcionką szeryfową, czyli czcionką z szeryfami⁴⁾ (m, l). Oznaczenie jednostki nie uwzględnia liczby mnogiej, jednakowo się je zapisuje, podając np. wartość siły 1 N, 10 N czy 1250 N, chociaż inaczej się wymawia (jeden niuton, dziesięć niutonów, tysiąc dwieście pięćdziesiąt niutonów).

Spacja między wartością liczbową a jednostką

Miedzy wartością liczbową wielkości fizycznej a jej jednostką powinna być półspacja (np. 230 V, 16 A, 630 VA, 6,35 Ω). Jedynym wyjątkiem od tej reguły jest zapisywanie nadal dopuszczonych, tradycyjnych oznaczeń jednostek miary kąta płaskiego: stopnia, minuty i sekundy. Należy je pisać bez spacji, np. $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 30'$, $\gamma = 10''$. Odnośnie do zapisu wartości kąta płaskiego dopuszczono też wyjątek od zasady wyrażania wartości wielkości za pomocą tylko jednej jednostki miary. Wartość kąta można wyrazić za pomocą nawet trzech tradycyjnych jednostek, np. $\alpha = 32^\circ 20' 15''$, co należy odczytywać: kąt alfa równy trzydzieści dwa stopnie, dwadzieścia minut i piętnaście sekund. Gdyby jednostki kąta płaskiego poprzedzać spacją, to podany zapis miałby dziwną postać: $\alpha = 32^\circ 20' 15''$ albo $\alpha = 32^\circ 20' 15''$. Gwoli ścisłości nadmienić wypada, że Międzynarodowe Biuro Miar i Wag, które do tej kwestii wcześniej w ogóle się nie odnosiło, w najnowszej edycji poradnika stosowania układu SI [22] zaleca pisownię z półspacją po każdym członie zapisu wartości kąta, co w podanym przykładzie miałoby postać: $\alpha = 32^\circ 20' 15''$. Taki zapis nie budzi sprzeciwu merytorycznego ani estetycznego, ale dopóki nawet w wydawnictwach normalizacyjnych nie jest jednolicie respektowany żaden z dwóch wytłuszczonych wyżej zapisów, autor preferuje pierwszą postać – bez żadnej spacji. Od dawna zaleca się go polskim licealistom w pieczołowicie opracowanych „Tablicach matematycznych” i lepiej unikać zmian podważających przekonanie o trwałości wyuczonych zasad. Odłóżmy to do czasu, kiedy sami normalizatorzy przyjmą i wdrożą uzgodnioną formę zapisu albo dopuścimy obie.

Jednostki temperatury – dylematy, kontrowersje, błędy

Często spotyka się wątpliwości i uchybienia przy zapisie wartości temperatury bądź przyrostu temperatury i przy odczytywaniu takich zapisów. Najpierw zawinił normalizatorzy, a ostatnio zamęt pogłębiają poloniści.

Stopień Celsjusza (oznaczenie $^\circ\text{C}$) – tradycyjnie pozostaje wśród legalnych jednostek miar. Określa się go obecnie jako specjalną nazwę kelwina stosowaną do wyrażenia temperatury Celsjusza, niższej o 273,15 K od temperatury termodynamicznej. Obie jednostki różni początek skali. Natomiast różnica temperatur może być wyrażona albo w kelwinach, albo w stopniach Celsjusza, bo jednostka kelwin jest równa jednostce stopień Celsjusza. Oznaczenie tej jednostki, zgodnie z ogólną zasadą, należy zapisywać z półspacją po liczbowej wartości temperatury, np. temperatura pokojowa wynosi

25 °C, normalna temperatura ciała człowieka to 36,6 °C, temperatura topnienia miedzi wynosi 1083 °C. Takiej pisowni wymaga od roku 1976 prawo o miarach [9] i taka pisownia jest przestrzegana w normach polskich PN, w normach europejskich EN i w normach międzynarodowych IEC. Zwodnicze są zatem internetowe porady techników i polonistów zalecających różne postaci błędnej pisowni, zwłaszcza dwie:

– zapis 25°C, którego uzasadnieniem ma być to, że stopnie kąta płaskiego (oznaczenie °) zapisuje się bez spacji. Tymczasem chodzi o dwie różne jednostki i nie ma nic dziwnego w tym, że odmiennie się je zapisuje. Kilkanaście wierszy wyżej wyjaśniono, dlaczego jedyny wyjątek od zasady pisania ze spacją uczyniono dla jednostek kąta płaskiego.

– zapis 25° C, w którym pomysłodawcy laskawie wprowadzają spację, ale rozdzielają nią dwa człony oznaczenia jednostki miary (°C), co jest niedopuszczalne. Podobnie jak nie wolno ze spacją zapisywać dwuliterowego oznaczenia jednostki weber (W b), bo znaczyłoby to „wat razy barn” mimo braku znaku mnożenia, tak rozpatrywany zapis należałoby odczytać jako „dwadzieścia pięć stopni (kąta płaskiego) razy kulomb”.

Kelwin (oznaczenie K) – też jest nazwą, która bywa niepoprawnie zapisywana i wymawiana. Jednostka temperatury termodynamicznej (temperatury bezwzględnej) została po raz pierwszy przyjęta przez X Generalną Konferencję Miar w roku 1954. Otrzymała wtedy nazwę stopień Kelvina (oznaczenie °K) i w tej postaci pojawiła się w polskim prawie o miarach w roku 1966 [5]. Już rok później XIII Generalna Konferencja Miar usunęła pierwszy człon nazwy (stopień), ustanawiając jednostkę temperatury bezwzględnej o nazwie kelwin i oznaczeniu K w celu podkreślenia, że nie jest to miara względna, jak temperatura w skali Celsjusza czy Fahrenheita. W polskim prawie o miarach korekta nastąpiła w roku 1970, kiedy ukazało się króciutkie rozporządzenie [6] poświęcone tylko tej jednej kwestii. Minęło pół wieku, a wciąż tu i ówdzie pokutuje pierwotna nazwa stopień Kelvina i oznaczenie °K. Pisząc i mówiąc o wartości temperatury wielu bezwiednie zaczyna od stopnia.

Przy obliczeniach i pomiarach związanych z nagrzewaniem urządzeń elektrycznych operuje się nie tylko temperaturą (otoczenia, największą dopuszczalną długotrwale, największą dopuszczalną przy zwarciu), ale również przyrostem temperatury (temperature rise), czyli różnicą temperatur w dwóch porównywanych stanach urządzenia. Różnica wartości dwóch temperatur, wyrażonych w stopniach Celsjusza z natury rzeczy może być wyrażona w tych samych stopniach Celsjusza. Taki zapis był i nadal jest dopuszczalny. Utarło się jednak przyrost temperatury wyróżniać innym oznaczeniem i inną nazwą jednostki, by na pierwszy rzut oka odróżniać wartości przyrostu temperatury od wartości temperatury. Dawniej przyrost temperatury wyrażano po prostu w stopniach (oznaczenie deg, przy czym 1 deg = 1 °C). To oznaczenie zanikło po wprowadzeniu jednostki kelwin (oznaczenie K, przy czym 1 K = 1 °C), w której obecnie wyraża się dopuszczalne przyrosty temperatury w normach IEC i EN, chociaż największe temperatury dopuszczalne długotrwale, dopuszczalne przejściowo i dopuszczalne przy zwarciu w tych samych normach nadal wyraża się w stopniach Celsjusza.

Sekunda

W rozporządzeniu z roku 1953 [4] wymieniono trzy oznaczenia jednostki sekunda: s, sec, sek, co znaczyłoby, że wszystkie trzy są

dopuszczone do stosowania. To rzecz niesłychana w prawie o miarach. We wszystkich kolejnych aktach prawa o miarach występuje tylko oznaczenie (s) i jest to jedyne prawidłowe oznaczenie jednostki czasu sekunda w tekstach naukowych. Jedyne, które wolno postawić po liczbie podającej wartość czasu w sekundach (np. 40 s). Natomiast w polszczyźnie ogólnej występuje skrót wyrazu sekunda w postaci sek., czyli z kropką, bo skrót nie kończy się ostatnią literą skracanego wyrazu. W „Nowym słowniku poprawnej polszczyzny” (PWN) jest on określany jako „dawny skrót wyrazu: sekunda, pisany z kropką, czytany jako cały, odmieniany wyraz, stawiany zwykle po podanej liczbie: „Wszystko trwało zaledwie 20 sek. (sekund)”. Po pierwsze, to dawny skrót. Po drugie, od kilkudziesięciu lat jest niedopuszczalny w tekście naukowym.

Nazwy głównych jednostek miar

Nazwa jednostki miar może być odmiennie zapisywana w różnych językach – co widać chociażby w przypadku najprostszej nazwy: metr (pl), meter (en), mètre (fr), Meter (de), metro (es), метр (ru) – i zgodnie z prawidłami tego języka podlega lub nie podlega deklinacji. Wobec tego pisownia i wymowa nazw jednostek jest uregulowana przez przepisy i/lub normy krajowe zgodnie z zasadami pisowni właściwymi dla danego języka. W każdym języku nazwa jednostki miar jest rzeczownikiem pospolitym i należy ją pisać jak inne rzeczowniki pospolite, małą literą, jeżeli ogólne reguły pisowni nie stanowią inaczej. Spośród języków o zasięgu międzynarodowym tylko w niemieckim wszelkie rzeczowniki, a więc również nazwy jednostek, pisze się dużą literą (Kilogramm, Meter, Sekunde, Ampere, Newtonmeter, Wattsekunde). W każdym języku wielka litera występuje w dwuwyrazowych nazwach jednostek, jeżeli drugi wyraz jest nazwiskiem: stopień Celsjusza (pl), degree Celsius (en), degré Celsius (fr), Grad Celsius (de), grado Celsius (es), градус Цельсия (ru). Występuje też, jeżeli nazwa jednostki jest pierwszym wyrazem zdania (np.: Sekunda jest jednostką czasu).

W języku polskim obowiązuje pisownia fonetyczna nazw jednostek, czyli sposób pisania wyrazów zgodny z ich wymową i z użyciem wyłącznie liter alfabetu polskiego. W druku nazwy jednostek powinny mieć czcionkę prostą (antykwę). Kto, pisząc nazwę jednostki pochodzącej od nazwiska, usiłuje naśladować pisownię tego nazwiska (tab. IV), ten łamie polskie prawo o miarach.

Nazwy jednostek odmienia się wg zasad deklinacji polskiej. Wobec tego należy je odczytywać następująco: 40 W – czterdzieści watów (a nie: czterdzieści wat), 2,5 lx – dwa i pół luksa (a nie: dwa i pół luks), 230 V – dwieście trzydzieści woltów (a nie: dwieście trzydzieści wolt). Zasada ta dotyczy – zwłaszcza w wymowie – pełnej deklinacji form rzeczownikowych i możliwości tworzenia form przymiotnikowych, np.: nie zamawialiśmy prętów dziesięciometrowych, on ucieszy się dwustulitrowym zbiornikiem, nie potrzebuję półtoraomowego rezystora, trzeba zejść poniżej trzech milihenrów, mechanik precyzyjny nie zadowolony się dwustoma luksami, nie mamy trzyteslowego skanera do obrazowania mózgu.

Spotykane na polskich forach, w tekstach polskojęzycznych, zapisy „5 Ohm” albo „5 Ohms” i podobne dziwactwa być może mają świadczyć o erudycji, a świadczą o pretensjonalności bądź o ignorancji. Są nie tylko przejawem braku kompetencji, ale również – lekceważenia chlubnej polskiej tradycji językowej. Od końca XIX w. zespoły światłych Polaków, fizyków i inżynierów, przygotowywały niepodległy byt państwowy przez żmudną pracę organiczną.

Tworzyły m.in. polskojęzyczne słownictwo techniczne, w tym nawiązanie jednostek miar i zasady posługiwania się nim. Wyniki tych prac zostały przyjęte przez zjazd założycielski Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich w dniach 7–9 czerwca 1919 r. i od prawie stu lat są powtarzane w kolejnych aktach prawa o miarach.

Określone w normach i przepisach nazwy oraz oznaczenia jednostek miar są nietykalne. Nie wolno ich zniekształcać przez dołączanie do nazwy jednostki dodatkowych wyrazów, a do oznaczenia jednostki – wskaźników bądź indeksów. Niedopuszczalne są spotykane w tekstach technicznych nazwy i oznaczenia jednostek zafałszowane nielegalnymi dopiskami: metry bieżące, wolty maksymalne czy wolty wartości szczytowej (V_{m} lub V_{max}) albo wolty skuteczne czy wolty wartości skutecznej (V_{eff} lub V_{sk}), albo megawaty elektryczne (MW_e) i megawaty cieplne (MW_{th} lub MW_c). Tego rodzaju informację można przekazać w postaci indeksu przy oznaczeniu wielkości fizycznej bądź uwzględnić w nazwie samej wielkości fizycznej, ale nie w nazwie ani w oznaczeniu jednostki. A zatem nie należy pisać: $U = 1200 V_{\text{max}}$ ani $U = 690 V_{\text{eff}}$, ale można napisać poprawnie chociażby następująco: $U_{\text{m}} = 1200 V$ oraz $U_{\text{eff}} = 690 V$ bądź słownie: wartość szczytowa napięcia wynosi 1200 V, wartość skuteczna napięcia wynosi 690 V. Obawa, że indeks może być mylnie odczytany jako wartość minimalna, jest nieuzasadniona, bo międzynarodowo przypisano jej indeks min [16].

Z tych samych powodów błędem jest dodawanie do nazwy bądź oznaczania jednostki jakichkolwiek słów, znaków czy indeksów informujących o rodzaju prądu, np.: napięcie wyrażone w woltach prądu przemiennego wynosi 500 V albo $U = 500 V_{\text{AC}}$ czy $U = 500 \text{ VAC}$, a nawet ze spacją $U = 500 V \text{ AC}$, bo to sugeruje istnienie jednostki wolt prądu przemiennego, której nie ma. Poprawnie można to napisać następująco: napięcie prądu przemiennego wynosi 500 V albo napięcie przemiennie wynosi 500 V, a kiedy okoliczności tego wymagają, to: wartość skuteczna napięcia przemiennego wynosi 500 V. Można też zwięźle: napięcie AC wynosi 500 V bądź $U_{\text{AC}} = 500 V$.

Niemniej jednak są dopuszczalne uzupełniające objaśnienia wielkości fizycznej po zapisie jej wartości i jednostki, byleby nie tknięte pozostały nazwa oraz oznaczenie tej jednostki. Za przykład może posłużyć określanie bezwzględnej wysokości topograficznej nad poziomem morza (n.p.m.) albo głębokości pod poziomem morza (p.p.m.). Zdanie „Najwyższy szczyt w Polsce znajduje się na wysokości 2499 m n.p.m.” należy odczytywać i rozumieć, że ten szczyt znajduje się 2499 m nad poziomem morza. Nie ma tu żadnej ingerencji w nazwę ani w oznaczenie jednostki metr, po prostu rutynowe wyrażenie nad poziomem morza zwyczajowo zastępuje się utartym akronimem n.p.m., a zasady składni sugerują takie, a nie inne jego usytuowanie w zdaniu bądź wyrażeniu. Alternatywnie sformułowane zdanie „Najwyżej położony nad poziomem morza punkt w Polsce znajduje się na wysokości 2499 m” jest do pomysłenia, ale czy jest zgrabniejsze i bardziej zrozumiałe? Skrót, o których mowa, należy pisać dokładnie tak jak wyżej, bez żadnych „udoskonaleń”.

Zapis poprawny	Zapis niepoprawny
2499 m n.p.m.	2499 m npm 2499 m.n.p.m. 2499 mnpm
300 m p.p.m.	300 m ppm 300 m.p.p.m. 300 mppm

Pisownia i wymowa nazw jednostek mocy w obwodach elektrycznych

Jednostką mocy w układzie SI jest wat (oznaczenie W). Według definicji jest to moc, przy której praca 1 J (jednego dżula) jest wykonana w czasie 1 s (jednej sekundy), co zapisuje się następująco $1 W = 1 J/s$. Elektryk częściej ma przed oczyma inną interpretację wata: $1 W = 1 V \cdot 1 A$, bo ułatwia ona posługiwanie się fikcyjnymi składowymi mocy w obwodach prądu przemiennego. Oprócz wata służą do tego dwie dodatkowe jednostki: war (oznaczenie var) dla mocy biernej i woltoamper (oznaczenie VA) dla mocy pozornej. Od wata różnią się one nazwą i oznaczeniem, ale mają ten sam wymiar: $1 W = 1 var = 1 VA$. Już od wielu lat tylko tak należy je zapisywać i wymawiać: 630 W (sześćset trzydzieści watów), 1200 var (tysiąc dwieście warów), 800 kVA (osiemset kilowoltoamperów). Pisownia nazwy jednostki wat i jej oznaczenia W jest niezmienna od ponad stu lat, natomiast dwie pozostałe przechodziły różne koleje, co nie sprzyja przestrzeganiu obowiązującej logicznej pisowni.

Do lat 60. ub.w. oznaczenie jednostki mocy pozornej i jej wielokrotności pisano jak obecnie (VA, kVA, MVA), po czym niedorzecznie narzucono [5, 9] znak mnożenia (V·A, kV·A, MV·A), ignorując tę ważną okoliczność, że już przyjęła się nazwa jednowyrazowa: woltoamper, a nie wolt razy amper. Poziom niedorzeczności był jeszcze wyższy przy pisaniu i interpretowaniu wielokrotności, np. oznaczenia kV·A. Czytało się to kilowolt razy amper, ale nie miało to sensu chociażby w przypadku wieloprądowego obwodu probierczego (wiele kiloamperów) zasilanego bardzo niskim napięciem (od kilku do kilkunastu woltów). Czyżby wtedy należało pisać k(V·A), a może V·kA albo kA·V? Każda z tych postaci jest sprzeczna z zasadami pisowni oznaczeń jednostek miar i ze zdrowym rozsądkiem. Dopiero pod koniec ubiegłego wieku definitywnie zarzucono pisownię tej jednostki ze znakiem mnożenia. Znaku mnożenia nie używa się też obecnie w pisowni oznaczeń innych jednostek o nazwach jednowyrazowych oraz ich krotności, np.: watogodzina (Wh, kWh, MWh, GWh), warogodzina (varh), amperogodzina (Ah), lumenogodzina (lmh), niutonometr (Nm), omometr (Ωm).

Oznaczenie jednostki mocy biernej i jej wielokrotności mniej więcej do roku 1965 pisano, jakby to były reaktywne woltoampere (VAR, kVAR, MVAR), po czym upowszechniła się nazwa jednostki war oraz jej nierozdzielne oznaczenie var (var, kvar, Mvar). Trwa to już pół wieku, ale wiadomość o tym jeszcze nie pod wszystkie strzechy dotarła.

Delikatna jest też sprawa wymowy oznaczenia VA – jednostki woltoamper. Ostatnie postanowienia normy PN-E-01100:1964P [15] i zarazem ostatnie jej zdania brzmią: *Oznaczenie „kV” należy wymawiać „ka-we”, a nie „ka-fau”, oznaczenie „kVA” należy wymawiać „ka-we-a”, a nie „ka-fau-a”. W nazwie „simens” należy wymawiać „s” bez zmiękczenia, jak w słowie „sinus”.*

Wymawianie litery v jako we to staranna polska wymowa. Do końca swoich dni opowiadał się za nią wybitny językoznawca prof. Witold Doroszewski, autor 11-tomowego „Słownika języka polskiego”. Kąkol pleni się bujniej niż pszenica i upowszechnia się w Polsce niemiecka wymowa v jako fau. W niemal wszystkich swoich wyrazach z literą v Niemcy wymawiają ją jak f. W polskim słownictwie występuje ona tylko w wyrazach zapożyczonych i – poza germanizmami – wymawia się ją jako we (Volta, vacat, vademecum, varsaviana, verte, veto, vice versa, vis-à-vis). I taka jest wzorcowa polska wymowa, której powinny przestrzegać osoby z cenzusem, nawet jeżeli większość dzisiejszych językoznawców akceptuje fau, bo – jak tłumaczą – to

jest norma językowa, skoro tak mówi większość. Zgroza pomyśleć, że taką interpretację normy mogą przejąć etycy. Zaleceń dotyczących wymowy nie ma w najnowszych normach PN, bo są one tłumaczeniami norm europejskich, w których nie ma miejsca na drobne osobliwości językowe w każdym z 30 krajów członkowskich. Wprawdzie można by w polskim wydaniu normy dodać załącznik krajowy, czy chociażby odsyłacz krajowy, ale ktoś musiałby o tym pomyśleć.

Żadnej nazwy jednostki miar nie wolno skracać. Stosownie do okoliczności należy używać albo pełnej nazwy (sekunda, milimetr słupa rtęci), albo oznaczenia (s, mmHg).

Oznaczenia i nazwy złożonych jednostek miar

Złożone jednostki miar tworzy się jako iloczyn i/lub ilorazy głównych jednostek miar. Pisz się je zgodnie z zasadami zapisu wyrażeń matematycznych i odczytuje w sposób niebudzący wątpliwości odnośnie do sposobu zapisu. W kwestiach wątpliwych bądź spornych rozstrzygają przepisy prawa [12, 13].

Oznaczenia złożonych jednostek miar, tworzonych jako iloczyn jednostek miar, w zasadzie zapisuje się, stosując pomiędzy oznaczeniami jednostek tworzących jednostkę złożoną znak mnożenia (kropka w połowie wysokości wiersza). W niektórych krajach i w niektórych wydawnictwach zamiast kropki dopuszcza się półspację, pod warunkiem że nie stwarza to możliwości błędnego odczytania zapisu. Na przykład prędkość w ruchu liniowym wyraża się w metrach na sekundę (m/s). Możliwy jest też zapis $m \cdot s^{-1}$ oznaczający metr razy sekunda do potęgi minus jeden, ale alternatywny zapis, z półspacją zamiast kropki ($m \cdot s^{-1}$), mógłby być mylnie rozumiany jako milisekunda do potęgi minus jeden.

Jeżeli jednostka złożona, utworzona jako iloczyn jednostek miar, ma utrwaloną nazwę jednowyrazową, to jej oznaczenie zapisuje się bez żadnego ze wspomnianych wyżej wyróżnień, tzn. bez znaku mnożenia i bez spacji między jej członami. Dotyczy to takich jednostek głównych i ich krotności, jak: watogodzina (Wh, kWh, MWh), amperogodzina (Ah, kAh, mAh), woltoamper (VA, kVA, MVA), lumenogodzina (lmh). Od pół wieku widuje się taki zapis w odniesieniu do niutonometra (Nm) i omometra (Ωm), ale po nierozważnym odwróceniu kolejności oznaczeń jednostek głównych powstaje miliniuton (mN) i miliom ($m\Omega$).

Jednostki złożone, tworzone jako ilorazy jednostek miar, można zapisywać na trzy sposoby:

- w postaci ułamka z kreską ułamkową skośną (ukośnikiem prawnym) – wówczas mianownik zawierający więcej niż jedno oznaczenie jednostki miary ujmuje się w nawias,
- w postaci ułamka z kreską ułamkową poziomą,
- w postaci iloczynu potęg jednostek miar.

Te zasady wystarczy zilustrować prostymi przykładami. Jednostkę temperaturowego współczynnika rezystywności bądź rezystancji można zatem zapisać następująco:

$$\frac{1}{K} \qquad \frac{1}{K} \qquad K^{-1}$$

i wymawia się odpowiednio: jeden na kelwin, jeden na kelwin, kelwin do potęgi minus jeden.

Jednostką współczynnika przewodnictwa cieplnego (konduktywności cieplnej) jest:

$$\frac{W}{(m \cdot K)} \qquad \frac{W}{m \cdot K} \qquad W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1} = W \cdot (m \cdot K)^{-1}$$

czyli wat na metr i kelwin, wat na metr i kelwin bądź wat razy metr do potęgi minus jeden i razy kelwin do potęgi minus jeden. Warto zwrócić uwagę, że w dwóch pierwszych zapisach brak znaku mnożenia, przy niewyraźnej spacji, mógłby prowadzić do mylnej interpretacji – wat na milikelwin.

W zapisie jednostek złożonych nie dopuszcza się ułamków piętrowych. Można napisać: m/s^2 albo $m \cdot s^{-2}$, ale nie należy pisać: $m/s/s$. Można napisać: $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ albo $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$, ale nie należy pisać: $m \cdot kg/s^3/A$. Z innego powodu błędny byłby też zapis $m \cdot kg/s^3 \cdot A$.

Nie należy mieszać ze sobą nazw i symboli jednostek miar, a zwłaszcza nie należy stosować działań matematycznych w odniesieniu do nazw jednostek. Na przykład są dopuszczalne tylko takie formy zapisu: kg/m^3 , $kg \cdot m^{-3}$ albo słownie: kilogram na metr sześcienny, a za błędne uważa się następujące: kilogram/ m^3 , kilogram na m^3 , kg na m^3 albo – co gorsza – kilogram na $metr^3$. Podobnie jak w przypadku jednostek głównych, nie dopuszcza się uzupełniania dodatkową informacją nazw ani oznaczeń jednostek złożonych. Na przykład można napisać: zawartość wody wynosi 5 ml/kg, ale nie jest dopuszczalny zapis: 5 ml H_2O/kg ani zapis 5 ml wody/kg, bo sugeruje istnienie nieznanych dziwacznych jednostek „ml H_2O ” bądź „ml wody”.

Oznaczenia i nazwy krotnych jednostek miar w dziesiętnym systemie liczbowym

Już we francuskim dekrete z roku 1795, ustanawiającym metryczny system miar [1] wprowadzono dziesiętne podwielokrotności jednostek miar utworzone za pomocą przedrostków łacińskich (decy-, centy-, mili-) i dziesiętne wielokrotności – za pomocą przedrostków greckich (deka-, hekto-, kilo-, miria-⁵⁾). Ta koncepcja utrzymała się w kolejnych układach jednostek miar, również w układzie SI, przy czym zestaw nazw i oznaczeń krotności dziesiętnych był kilkakrotnie rozszerzany, ostatnio w roku 1964 (XII GKM) i 1991 (XIX GKM). W układzie jednostek miar opartym na dziesiętnym systemie liczbowym, jednostki krotne określonej jednostki głównej z natury rzeczy tworzy się za pomocą potęgi liczby dziesięć, przy czym wykładnik potęgi jest liczbą całkowitą dodatnią lub ujemną (tab. V).

Dzięki przedrostkom można operować wartościami liczbowymi o mniejszej liczbie cyfr, prościej wyrażonymi i bardziej zrozumiałymi. W tym celu jednostki krotne należy tak dobierać, aby przed nimi stała liczba o niedużej liczbie cyfr, np. zamiast 10 000 W lepiej napisać 10 kW, zamiast 0,0004 W można 0,4 mW.

Jeżeli nie ma szczególnych powodów, zwłaszcza utrwalonego uzusu językowego, to należy preferować przedrostki, którym towarzyszy wykładnik potęgowy podzielny przez trzy. Wartość $3,7 \cdot 10^7$ Hz lepiej zapisać jako $37 \cdot 10^6$ Hz, bo na pierwszy rzut oka widać, że chodzi o 37 MHz i tak wolno poprzedni zapis odczytać (trzydzieści siedem megaherców). Z tych samych powodów wartość 7200 W lepiej zapisać jako $7,2 \cdot 10^3$ W = 7,2 kW, a $8,3 \cdot 10^{-8}$ m jako $83 \cdot 10^{-9}$ m = 83 nm. Nikt nie używa w mowie ani w piśmie decyampereów, hektowoltów czy dekawatów, chociaż nie jest to zakazane. Kto w to wątpi, niech poprosi w sklepie ze sprzętem oświetleniowym o świetlówkę kompaktową o mocy 2 daW (dwa dekawaty) do instalacji na napięcie 2,3 hV (dwa i trzy dziesiąte hektowolta) i z ukrytej kamery sfilmuje minę sprzedawcy.

Warto zwrócić uwagę, że dodanie przedrostka do jakiegokolwiek jednostki spójnej sprawia, że przestaje ona być jednostką spójną, bo

TABELA V. Nazwy i oznaczenia przedrostków krotności wyrażających mnożniki dziesiętne służące do tworzenia wielokrotności i podwielokrotności legalnych jednostek miar

Nazwa przedrostka	Oznaczenie przedrostka	Mnożnik
jotta	Y	10^{24}
zetta	Z	10^{21}
eksa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1
–	–	10^0
decy	d	10^{-1}
centy	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}
jokto	y	10^{-24}

w równaniu definicyjnym nowej jednostki pojawi się współczynnik proporcjonalności różny od jedności. Nazwę przedrostka pisze się bez spacji przed nazwą jednostki w postaci podstawowej, podobnie – oznaczenie przedrostka bez spacji przed oznaczeniem jednostki: miliom (m Ω), megaom (M Ω), mikroamper (μ A), kilowolt (kV), megawar (Mvar), megawatogodzina (MWh), kiloamperogodzina (kAh), megawoltoamper (MVA), kiloniutonometr (kNm), kilometr na sekundę (km/s). Powstaje w ten sposób samodzielna jednostka krotna (wielokrotność lub podwielokrotność jednostki głównej), która może być poddawana mnożeniu, potęgowaniu i tworzyć jednostki złożone. Na przykład:

- $1 \text{ km}^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$,
- $1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$,
- $1 \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$,
- $1 \text{ V/mm} = (1 \text{ V})/(10^{-3} \text{ m}) = 10^3 \text{ V/m} = 1 \text{ kV/m}$.

Nie dopuszcza się jednoczesnego użycia dwóch lub więcej przedrostków w nazwie ani w oznaczeniu jednostki, np. nie dopuszcza się zapisu 1 m μ m (jeden milimikrometr?), bo do tego celu służy zapis 1 nm (jeden nanometr). Przedrostka nie należy używać w oderwaniu od jednostki. Można napisać $10^6/\text{m}^3$, ale błędem byłoby napisać M/m^3 .

Podobnie, jak w przypadku oznaczenia jednostek, również oznaczenie przedrostków krotności jest jednakowe w każdym języku posługującym się alfabetem łacińskim. I podobnie – nazwa przedrostka może być zapisywana odmiennie w różnych językach, ze względu na odmienną fonetykę i pisownię, w tym znaki diakrytyczne.

Na przykład w języku francuskim inaczej niż w polskim zapisuje się nazwy większości przedrostków z tab. V: yotta, exa, péta, téra, méga, hecto, déca, déci, centi, micro, pico, yocto.

Niewiele osób potrzebuje przedrostków przy jednostkach temperatury bezwzględnej czy temperatury Celsjusza, ale warto wiedzieć, że są one dopuszczalne. W razie potrzeby można napisać np. 6 kK (sześć kilokelwinów) czy 4,5 μ K (cztery i pół mikrokelwina) bądź 8 m°C (osiem milistopni Celsjusza). W ostatnim zapisie warto zwrócić uwagę na zgodną z regułą logikę zapisu – jest półspacja między liczbą a oznaczeniem jednostki, ale nie ma żadnej spacji w trójczłonowym oznaczeniu jednostki.

Przedrostków nie stosuje się w odniesieniu do jednostek kąta płaskiego, jednostek kąta bryłowego oraz takich jednostek czasu jak: minuta, godzina, doba i większych. W przypadku sekundy, w praktyce używa się tylko podwielokrotności, których rząd jest podzielny przez trzy. Elektrykom wystarcza milisekunda (ms), mikrosekunda (μ s) i nanosekunda (ns), a fizycy sięgają po dalsze podwielokrotności. Natomiast zamiast wielokrotności sekundy powszechnie używa się jednostek nienależących do układu SI, ale za to łatwiejszych do wyobrażenia, jak: minuta, godzina, doba, tydzień, miesiąc, rok itd. Jak zareagowałby solenizant na wyrażone w gigasekundach życzenie 3,154 Gs zamiast sto lat? Nie wspominając o tym, że oznaczenie Gs może być kojarzone z gausem, nie tak dawną jednostką indukcji magnetycznej.

Przedrostków nie stosuje się również w przypadku niektórych jednostek pozostających poza polem zainteresowania elektryka, jak dioptria, karat metryczny, hektar i ar. Rozporządzenie [12, 13] wymienia tu również jednostkę ciśnienia krwi oraz ciśnienia innych płynów ustrojowych, czyli milimetr słupa rtęci (oznaczenie mmHg, pisane bez spacji), ale to jest oczywiste. Ta jednostka ma już jakby przedrostek wyrażający mnożnik dziesiętny 10^{-3} (mili-), a nazwa oraz oznaczenie jednostki krotnej mogą zawierać tylko jeden przedrostek.

Oznaczenia i nazwy krotnych jednostek miar w binarnym systemie liczbowym

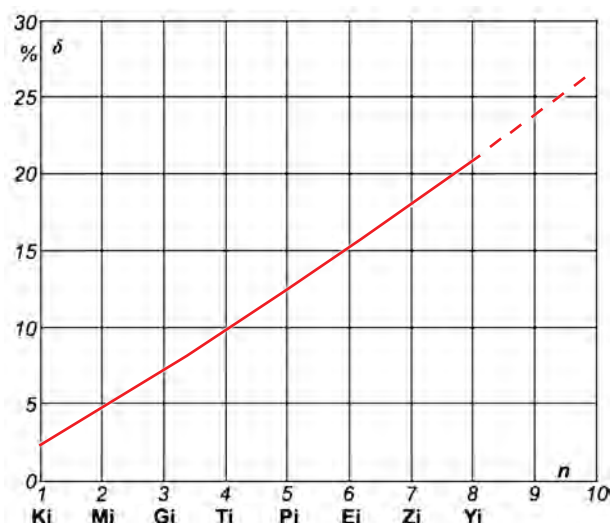
Wśród jednostek miar niezbędnych w informatyce, a wywodzących się na ogół z binarnego systemu liczbowego, najmniejszą niepodzielną jednostką ilości informacji jest cyfra binarna, czyli bit (oznaczenie b, ale również bit, zwłaszcza w języku angielskim i w polskich przepisach prawa powszechnego). Nieco większą jednostką jest bajt⁶⁾ (oznaczenie B), czyli najmniejsza adresowalna jednostka zapisu informacji w pamięci cyfrowej, składająca się zwykle z $2^3 \text{ b} = 8 \text{ b}$. Te jednostki podstawowe, ich krotności i jednostki pochodne powstawały i rozwijały się poza układem metrycznym, a więc również – poza układem SI. Są to zatem jednostki spoza układu SI, o czym świadczą chociażby ich oznaczenia. Dualizm oznaczenia bita jest niepożądany, a jedno z tych oznaczeń (b) koliduje z oznaczeniem barna, jednostką pozaukładową SI, ale dopuszczoną do stosowania w fizyce cząstek elementarnych. Z kolei oznaczenie bajta (B) koliduje z oznaczeniem bela, stosowaną od prawie stu lat jednostką miary wielkości ilorazowych. W jednym spójnym układzie jednostek to samo oznaczenie nie mogłoby być przypisane różnym jednostkom.

Od początku były też kłopoty z tworzeniem jednostek krotnych. Nie chodziło oczywiście o tworzenie podwielokrotności, lecz – wielokrotności. W pierwszym odruchu przyjęto przedrostki dziesiętne

układu metrycznego, zdając sobie sprawę, że niezbyt przystają one do wielkości fizycznych, których wartości są definiowane w niedziesiątnych systemach liczbowych. Skoro jednak krotność $2^{10} = 1024$ jest zaledwie o 2,4% większa niż krotność $10^3 = 1000$, to uznano, że można jej przypisać ten sam przedrostek kilo. Podobnie krotność $2^{20} = 1024^2$ daje wynik niecałe 5% większy niż krotność $10^6 = 1000^2$, wobec tego przypisano jej przedrostek mega. Przecież – uspokajano się – w wielu dziedzinach techniki bez zmużenia oka akceptuje się błąd obliczeń inżynierskich do 5% a nawet większy. Wprawdzie już od roku 1968 pojawiały się propozycje odmiennego oznaczania krotności binarnych, ale nie znalazły one uznania w organizacjach normalizacyjnych. Podwójne znaczenie nazw i oznaczeń przedrostków odnotowywano w leksykonach technicznych i innych słownikach⁷⁾, a także w normach (ANSI/IEEE Std 1084-1986⁸⁾, ANSI/IEEE Std 1212-1991, IEEE Std 610.10-1994). Przeciętny użytkownik komputera miał w nim do czynienia z pojemnością nośników pamięci deklarowaną w krotnościach dziesiątnych SI, ale interpretowaną rozmaicie: jako krotności dziesiątne (HD, później DVD i BD), jako krotności binarne (RAM, CD) i jako krotności pośrednie rozumiane jako 1 MB = 1024·1000 B (FD 1,44 MB).

Dwojaka interpretacja nazw i oznaczeń przedrostków tworzących wielokrotności jednostek z zakresu informatyki, w normalizacji tolerowana niemal do końca XX w., a w przemyśle i obrocie wyrobów informatycznych nadal pobłażliwie akceptowana, ma następujące mankamenty:

- Nazwy i oznaczenia przedrostków krotności jednostek SI są jednym z fundamentów metrycznego systemu miar. Przypisywanie im znaczenia innego niż zdefiniowane w obowiązującym systemie miar nosi znamiona fałszyfikacji. Od czasu Wielkiej Rewolucji Francuskiej kilo znaczy w metrologii dokładnie 1000, a nie wartość zbliżoną, np. 1024. Podobne zastrzeżenia tym bardziej dotyczą większych krotności.
- W obliczeniach inżynierskich akceptuje się kilkuprocentowy przypadkowy błąd obliczeń, nieunikniony w określonym stanie wiedzy technicznej, tymczasem w informatyce aprobowano błąd systematyczny, popełniany z rozmysłem, i to błąd z zakresu metrologii, dziedziny szczególnie wrażliwej na skrupulatność ujmowania problemów i precyzję definicji.
- W miarę rozwoju informatyki i potrzeby posługiwania się coraz większymi krotnościami (giga, tera itd.) zwiększała się rozbieżność wartości przedrostków rozumianych binarnie w stosunku do przedrostków dziesiątnych SI, będących w powszechnym obiegu (tab. VI, rys.).



Względna różnica δ wartości wyrażonej przedrostkiem binarnym w stosunku do wartości wyrażonej przedrostkiem dziesiątnym w zależności od rzędu przedrostka n , czyli wykładnika potęgi liczby odpowiednio 1024 i 1000 (tab. VI)

- W informatyce były w użyciu – w zależności od zastosowania – zarówno przedrostki dziesiątne sensu stricto, jak również przedrostki binarne o nazwach przedrostków dziesiątnych. Jedne i drugie były identycznie zapisywane. Tylko pierwszy rząd krotności (1000 i 1024) od połowy lat 70. XX w. próbowano odróżnić, odpowiednio małą (k) i dużą (K) literą: kB (kilobajt metryczny) oraz KB (kilobajt binarny). Specjaliści z grubsza orientowali się w tym, ale kiedy sprzęt komputerowy stał się dobrem powszechnego użytku i dobrem ogólnie pożądanym, dualizm interpretacji krotności jednostek stał się nieznosny, nie do utrzymania.

Normalizacja międzynarodowa nie mogła pozostawać obojętna wobec takiego stanu rzeczy. Po kilkuletnich dyskusjach, w styczniu 1999 r. ukazała się zmiana A2 wprowadzająca przedrostki binarne we właściwej normie międzynarodowej: IEC 60027-2:1983/A2:1999. Kolejne edycje tej normy (IEC 60027-2:2000-11 Ed. 2.0, IEC 60027-2:2005-08 Ed. 3.0) zawierały tekst jednolity, obejmujący przedrostki binarne do rzędu eksbi (eksa binarnie), w roku 2005 rozszerzony o przedrostki zebi (zetta binarnie) i jobi (jotta binarnie). Nastąpiła później zmiana numeracji tej normy (IEC 80000-13:2008) i najnowszym dokumentem normalizacyjnym ważnym dla polskich inżynierów jest Norma Europejska EN 80000-13:2008, wprowadzo-

TABELA VI. Porównanie przedrostków dziesiątnych i przedrostków binarnych służących do tworzenia wielokrotności jednostek miar w informatyce

Przedrostki dziesiątne SI			Przedrostki binarne			Różnica procentowa
nazwa	oznaczenie	mnożnik	nazwa	oznaczenie	mnożnik	
jotta	Y	$10^{24} = (10^3)^8 = 1000^8$	jobi	Yi	$2^{80} = (2^{10})^8 = 1024^8$	20,9
zetta	Z	$10^{21} = (10^3)^7 = 1000^7$	zebi	Zi	$2^{70} = (2^{10})^7 = 1024^7$	18,1
eksa	E	$10^{18} = (10^3)^6 = 1000^6$	eksbi	Ei	$2^{60} = (2^{10})^6 = 1024^6$	15,3
peta	P	$10^{15} = (10^3)^5 = 1000^5$	pebi	Pi	$2^{50} = (2^{10})^5 = 1024^5$	12,6
tera	T	$10^{12} = (10^3)^4 = 1000^4$	tebi	Ti	$2^{40} = (2^{10})^4 = 1024^4$	9,95
giga	G	$10^9 = (10^3)^3 = 1000^3$	gibi	Gi	$2^{30} = (2^{10})^3 = 1024^3$	7,37
mega	M	$10^6 = (10^3)^2 = 1000^2$	mebi	Mi	$2^{20} = (2^{10})^2 = 1024^2$	4,86
kilo	k	$10^3 = (10^3)^1 = 1000^1$	kibi	Ki	$2^{10} = (2^{10})^1 = 1024^1$	2,40

na do zbioru PN w wersji oryginalnej jako PN EN 80000-13:2008E [19]. Równolegle w USA ukazała się równoważna norma 1541-2002 IEEE Standard for prefixes for binary multiples. Najważniejsze ustalenia aktualnych norm przedstawia tab. VI, w której dodano informację, o ile procent wartości liczbowe przedrostków binarnych są większe od wartości najbliższych im przedrostków dziesiętnych.

Dla jednostek ilości informacji będących binarnymi wielokrotnościami, czyli kolejnymi potęgami liczby 1024, o wykładniku będącym liczbą naturalną, wprowadzono nowe przedrostki pozwalające precyzyjnie określić ich wartość liczbową. Różnią się one od przedrostków dziesiętnych SI nazwą i oznaczeniem (tab. VI), które jednak sugerują paralelę obu rodzajów przedrostków o zbliżonej wartości. Różnica dotyczy zarówno sposobu zapisu, jak również wymowy.

Dwusylabowa nazwa przedrostka binarnego powstaje następująco:

- pierwsza sylaba jest pierwszą sylabą równoważnego przedrostka dziesiętnego i powinna być wymawiana identycznie jak w przedrostku dziesiętnym,
- druga sylaba (bi) jest pierwszą sylabą angielskiego przymiotnika binary, który zresztą brzmi podobnie w innych językach: binaire (fr), binär (de), binario (es), бинарный (ru), binarny (pl), i powinna być wymawiana w każdym języku jak polskie bi albo jak angielskie bee⁹⁾.

Dwuliterowe oznaczenie przedrostka binarnego powstaje w ten sposób, że do jednoliterowego oznaczenia równoważnego przedrostka dziesiętnego dodaje się małą literę i. Wyjątkiem jest nazwa kibi, której oznaczenie można pisać z dużej litery K, bo już wiele lat wcześniej tak odróżniano kilobajty dziesiętne (1 kB = 1000 B) od kilobajtów binarnych (dawniej 1 KB = 1024 B, obecnie 1 KiB = 1024 B). Zasady, o których mowa, dotyczą wielokrotności podstawowych jednostek ilości informacji (bita i bajta) występujących samodzielnie przy określaniu pojemności nośników pamięci oraz wszelkich jednostek pochodnych tworzonych z ich udziałem w celu podawania przepływności (szybkości transmisji danych), przepustowości kanału transmisji bądź innych wielkości fizycznych.

Przykładowy moduł pamięci o pojemności 536 870 912 B (512·1024·1024) w nowych jednostkach można precyzyjnie określić jako 512 MiB (pięćset dwanaście mebibajtów) zamiast wcześniejszego zapisu 512 MB (pięćset dwanaście megabajtów), którego znaczenie nie każdemu i nie zawsze udawało się rozszyfrować – czy chodzi o 512·1000·1000 B czy raczej o 512·1024·1024 B. Oczywiście żaden wytwórca nie przyzna, że preferuje przedrostki metryczne SI, bo pozwalają pojemności dysku przypisać większą wartość liczbową.

W roku 2006 firma Western Digital w wyniku pozwu zbiorowego musiała przed kalifornijskim sądem zmierzyć się z klientami skarżącymi, że zostali wprowadzeni w błąd kupując dyski 80 GB (model WD800VE) oraz dyski 120 GB (model WD1200B011). Po zainstalowaniu ich w komputerze system operacyjny „widział” odpowiednio 74,4 GB (79 971 254 272 B) oraz 111 GB (120 002 150 400 B). Wprawdzie wytwórca rzetelnie podał pojemność dysków w krotnościach dziesiętnych, ale klienci uważali, że powinien on ją podawać w taki sposób, jak ją przyjmuje komputer. Sąd przyznał rację powodom, że sprzęt komputerowy jest wyrobem powszechnego użytku, jego nabywca nie musi orientować się w wartościach różnych systemów liczbowych i producent powinien to

brać pod uwagę. Firma Western Digital zdecydowała się na ugodowe załatwienie sporu.

Używanie przedrostków dziesiętnych w znaczeniu krotności binarnych nie jest już dozwolone przez normy ani w 33 krajach objętych normalizacją europejską, ani w Ameryce Północnej. A sprawa Western Digital dowodzi, że nawet arytmetycznie poprawne użycie przedrostków dziesiętnych w odniesieniu do sprzętu bądź oprogramowania komputerowego – bez rozważnego komentarza – może być ryzykowne. Wielu mniejszych producentów wdrożyło nowe przedrostki binarne, ale paru potentatów ościaga się.

Przedstawione w poprzednich rozdziałach ogólne zasady zapisu nazw i oznaczeń jednostek miar w całej rozciągłości dotyczą jednostek z zakresu informatyki, łącznie z ich wielokrotnościami. Zwłaszcza w zapisie między wartością liczbową a jednostką obowiązuje spacja. Obowiązuje w każdym języku, również w angielskim, a miarodajne w tym względzie są normy i poważne poradniki techniczne, a nie napisy na opakowaniach bądź w dokumentacji fabrycznej wyrobów czy internetowe teksty przypadkowych autorów. W polskiej wymowie jednostki podlegają deklinacji.

Te reguły można zilustrować następującymi przykładami:

- 1 Kib = 1024 b (czyt. jeden kibibit równa się tysiąc dwadzieścia cztery bity albo jeden kibibit równa się tysiącu dwudziestu czterem bitom),
- rozmiar partycji jest ograniczony do 2 TiB (czyt. dwóch tebibajtów, a w okresie przejściowym można dodać tytułem objaśnienia: czyli dwóch terabajtów binarnych),
- nie warto kupować laptopa z dyskiem o pojemności 720 GB (czyt. siedemset dwadzieścia gigabajtów albo siedmiuset dwudziestu gigabajtów), lepiej mieć dysk 720 GiB (czyt. siedemset dwadzieścia gibibajtów),
- przepływność łącza nie osiąga nawet 4 Mb/s (czyt. czterech megabitów na sekundę), co po angielsku można by zapisać w postaci 4 Mbps (czyt. four megabits per second).

Jednostki wielkości bezwymiarowych

Wszelkie wielkości fizyczne będące stosunkiem dwóch wielkości tego samego rodzaju, wyrażonych wartościami mającymi tę samą jednostkę układu SI, są bezwymiarowe. Ich jednostką jest jedność. Wynikiem dzielenia dwóch jednostek SI jest jednostka pochodna spójna SI, a w rozpatrywanym przypadku jednostką tą jest jedność. Przykładami mogą być liczne wielkości używane w fizyce i w technice, np.: współczynnik szczytu i współczynnik kształtu wielkości przemiennej symetrycznej, współczynnik tarcia, współczynniki odbicia, pochłaniania i przepuszczania światła, współczynnik mocy, współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji, stopień obciążenia, stopień dysocjacji, stopień jonizacji, stopień sprężania. Innym przykładem są wszelkie liczby podobieństwa (liczby kryterialne) używane w teorii podobieństwa zjawisk fizycznych, bez których trudno sobie wyobrazić chociażby wiedzę o konwekcyjnym przejmowaniu ciepła (liczba Prandtla, liczba Grashoffa, liczba Reynoldsa, liczba Nusselta), hydraulikę i aerodynamikę. Wartość wszystkich tych wielkości fizycznych zapisuje się w postaci samej liczby i tylko w razie wyraźnej potrzeby podaje się jednostkę (jedność) albo dodaje informację, że chodzi o wielkość bezwymiarową. Ze względu na tradycję i wygodę posługiwania się nimi utrzymano specjalne nazwy dwóch bezwymiarowych jednostek SI – radian i steradian oraz dwóch bezwymiarowych jednostek dopuszczonych do stoso-

wania z jednostkami układu SI – neper i bel. Do jednostki „jedność” nie można dodawać przedrostków krotności (tab. V), nie ma kilo- czy mikrojedności. Do tworzenia wielokrotności i podwielokrotności jednostki „jedność” służą potęgi liczby dziesięć, np. współczynnik stratności dielektrycznej może przyjmować wartość $tg\delta = 0,0001-0,0003 = (0,1-0,3) \cdot 10^{-3}$.

Zapis przekładni znamionowej transformatora

Przekładnia znamionowa transformatora jest to stosunek napięcia znamionowego uzwojenia do napięcia znamionowego innego uzwojenia, które ma napięcie znamionowe mniejsze lub jednakowe (IEV 421-04-02). Z tej definicji wynikają następujące wnioski:

- przekładnię definiuje się i zapisuje się osobno dla każdej pary uzwojeń niezależnie od ich łącznej liczby i tylko transformator dwuuzwojeniowy oraz autotransformator można scharakteryzować jedną przekładnią,
- przekładnia jest wielkością bezwymiarową i ma wartość większą lub równą jedności niezależnie od kierunku przepływu mocy przez rozważaną parę uzwojeń.

Sprawa jest banalna w przypadku transformatorów dwuuzwojeniowych. W poprawnym zapisie przekładni jednostki towarzyszą każdej wartości napięcia: 15 kV/0,42 kV lub $15(1 \pm 2 \cdot 0,025) \text{ kV}/0,42 \text{ kV}$, jeżeli należy podać możliwy zakres zmiany przekładni.

Nie jest natomiast poprawny „uproszczony” zapis, spotykany nawet w normach: 15/0,42 kV, bo mylnie sugeruje, że przekładnia transformatora – wielkość bezwymiarowa – jest wyrażona w jednostkach napięcia. Tej wady nie ma zapis 15/0,42 kV/kV, dopóki chodzi o transformator dwuuzwojeniowy i dopóki oba napięcia są wyrażone w jednostkach głównych (woltach) lub tych samych jednostkach krotnych (kilowoltach albo megawoltach). Lepiej go jednak nie używać, bo prowadzi do absurdu, kiedy jest niebacznie odnoszony do transformatorów wielouzwojeniowych.

W transformatorach wielouzwojeniowych o liczbie uzwojeń N , liczba par uzwojeń jest równa liczbie kombinacji wyrażonej symbolem Newtona: $\binom{N}{2}$ 1 para przy 2 uzwojeniach, 3 pary przy 3 uzwojeniach, 6 par przy 4 uzwojeniach, 15 par przy 6 uzwojeniach. Osobno podaje się dane znamionowe każdego z uzwojeń, przede wszystkim napięcie znamionowe oraz moc własną i osobno dane dla każdej pary uzwojeń, przede wszystkim napięcie zwarcia i ewentualnie moc przechodnią, jeżeli są ograniczenia w stosunku do wartości wynikającej ze zwykłej jej interpretacji (mniejsza z dwóch mocy własnych). Ze względu na mnogość danych najlepiej uczynić to w postaci tabelarycznej.

Zatem zapis informujący, że przekładnia transformatora trójuzwojeniowego wynosi 400/110/16,5 kV/kV/kV jest niepoprawny chociażby dlatego, że nie ma jednej „przekładni transformatora trójuzwojeniowego” i na tym sprawę należałoby zakończyć. Zwróćmy jednak uwagę na inne mankamenty tego zapisu:

- Zapis mylnie sugeruje podwójną transformację: 400 kV/110 kV, a następnie 110 kV/16,5 kV.
- Jednostka „przekładni” kV/kV/kV jest zapisana jakby w postaci ułamka piętrowego, czego prawo o miarach zakazuje w odniesieniu do wszelkich jednostek. Wyrażenie to ma wartość nieokreśloną, bo nie jest określona kolejność wykonywania działań. Jakkolwiek kolejność by przyjąć, otrzyma się dziwaczny wymiar przekładni, która jest przecież wielkością bezwymiarową.

Natomiast poprawny jest następujący zapis odnoszący się do transformatora trójuzwojeniowego: napięcia znamionowe uzwojeń: 400 kV, 110 kV, 16,5 kV. Występujący wyżej ukośnik (ściślej ukośnik prawy, slash) jest znakiem pisarskim, którego użycie w tekstach naukowych jest dość dobrze określone ($\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, a/b, m/s, km/h, <http://www...>), natomiast ogólne zasady polskiej pisowni na razie nie regulują zasad jego stosowania. Zważywszy jednak, że zasadniczo ukośnik jest znakiem alternatywy (prof. M. Bańko), nie sposób napiętnować zapis napięcia znamionowe uzwojeń: 400 kV/110 kV/16,5 kV, byleby go nie nazywać przekładnią transformatora.

Nie tylko w opracowaniach technicznych operuje się wielkościami bezwymiarowymi, które są stosunkiem dwóch wartości tej samej wielkości fizycznej, wyrażonym za pomocą umownych znaków matematycznych, jak procent (%) i promil (‰). Nie są to jednostki miary, lecz znaki matematyczne dzielenia odpowiednio przez 100 (%) i przez 1000 (‰). Inaczej mówiąc jest to skrócona forma zapisu ułamka o mianowniku odpowiednio 100 bądź 1000. Przecież 4% długości trasy Gdańsk–Warszawa będzie wyrażone w kilometrach, a 4% masy składnika leku – w miligramach. Sam znak % bądź ‰ jest tylko znakiem matematycznym. Do sposobu zapisu tych znaków nie odnosi się zatem zasada zapisywania oznaczenia jednostki miar ze spacją po wartości liczbowej. Z biegiem czasu przyjęła się zasada pisania ich bez spacji tuż po liczbie będącej jakby licznikiem ułamka o domyślnym mianowniku 100 bądź 1000: $45\% = 45/100 = 45 \cdot 10^{-2} = 0,45$, $23\text{‰} = 23/1000 = 23 \cdot 10^{-3} = 0,023$.

Przez dziesiątki lat normalizatorzy metrologii nie interesowali się zapisem znaków, które ich bezpośrednio nie dotyczą. Dopiero niedawno, kiedy już utrwalił się zapis bez spacji i jego uzasadnienie⁽¹⁰⁾, w najnowszym poradniku stosowania układu SI [22] pojawiło się zalecenie, a nie wymaganie⁽¹¹⁾ – jak niektórzy przekonują – aby znaki % oraz ‰ poprzedzać spacją.

Oznaczenia i nazwy jednostek miar spoza układu SI

Kto musi posługiwać się jednostkami spoza układu SI, zwłaszcza na forum międzynarodowym i w obcym języku, powinien zachować szczególną ostrożność. Już w przypadku jednostek dopuszczonych do stosowania z jednostkami układu SI, jako jednostki legalne w większości krajów, mogą wystąpić trudności. Na większe nieporozumienia trzeba być przygotowanym w przypadku pozostałych jednostek, wycofanych bądź stopniowo wycofywanych z użycia. Oto parę przykładów.

Litr

Do nadal stosowanych jednostek pozaukładowych o specjalnych nazwach i oznaczeniach należy litr – jednostka objętości bądź pojemności. W Polsce jest znane i używane jej oznaczenie w postaci małej litery (minuskuly) „l”. Zważywszy, że – w zależności od stosowanego kroju czcionki – może być ona łatwo mylona z cyfrą „jeden” lub dużą literą „I”, GKM dopuściła stosowanie dużej litery (majuskuly) „L”. Tę informację wprowadziło krajowe rozporządzenie z roku 2006 [12], ale anulowało kolejne z roku 2010 [13]. Anulowało na terenie Polski, ale są kraje, w których oznaczenie „L” upowszechnia się. Co więcej, jest to jedyne oznaczenie jednostki „litr” w niektórych krajach, a także w załączniku do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym [21].

Dwie różne jednostki nie powinny mieć identycznego oznaczenia, a tak się stało w tym przypadku. Identyczne oznaczenie (L) ma

bowiem anglosaska jednostka luminancji powierzchni matowej, nosząca nazwę lambert: $1 L = (1/\pi) \cdot 10^4 \text{ cd/m}^2$, do niedawna szeroko używana w wielu innych krajach. Aby uporządkować te kwestie, Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) zaleciła wycofanie z użycia wszystkich dotychczasowych nazw i oznaczeń jednostek luminancji (nit, stilb, apostilb, lambert, stopolambert) na rzecz jednej jednostki złożonej o nazwie „kandela na metr kwadratowy” i oznaczeniu cd/m^2 . Zauważmy, że jest to właśnie wymiar nita ($1 \text{ nt} = 1 \text{ cd/1 m}^2$), który de facto pozostaje, ale pod inną nazwą.

Obrót na minutę

Monterom i operatorom maszyn wirujących trudno byłoby przyjąć pojęcie prędkości kątowej wyrażonej w radianach na sekundę. Wobec tego w praktyce budowy i eksploatacji maszyn wirujących zachowało się pojęcie prędkości obrotowej, również w innych językach: rotational frequency (en), vitesse de rotation (fr), Drehzahl albo Umdrehungsfrequenz (de), скорость вращения (ru). Zachowały się też tradycyjne nazwy i oznaczenia jednostek: obrót na minutę (obr/min) oraz obrót na sekundę (obr/s), których wymiar w istocie jest odwrotnością jednostki czasu: minuty (min^{-1}) bądź sekundy (s^{-1}). Obrót jest słowem polskim, wobec tego nazwy i oznaczenia, zawierające to pojęcie, są inaczej zapisywane w innych językach, np.:

- w angielskim – revolution per minute, rotation per minute (r/min, rpm), revolution per second, rotation per second (r/s, rps),
- we francuskim – tour par minute (tr/min, min^{-1}), tour par seconde (tr/s, s^{-1}),
- w niemieckim – Umdrehungen pro Minute (Umdr/min, min^{-1}), Umdrehungen pro Sekunde (Umdr/s, s^{-1}),
- w rosyjskim – оборот в минуту (об/мин, мин^{-1}), оборот в секунду (об/с, с^{-1}).

Koń mechaniczny

Już w roku 1889 Międzynarodowy Kongres Elektryków w Paryżu zalecił elektrykom rozstanie z koniem mechanicznym. To mechanicy sprawili, że jednostka ta przeżyła kolejne sto lat, a i obecnie pojawia się, zwłaszcza w odniesieniu do silników spalinowych. Nie dość, że miała rozmaite nie tylko nazwy, ale również oznaczenia w różnych językach, to w dodatku są dwa różne konie mechaniczne po dwóch stronach kanału La Manche. Trudno się dziwić, skoro sam kanał nazywa się La Manche po stronie francuskiej, a English Channel po stronie angielskiej. W przeliczeniu na jednostki mocy SI przedstawia się to następująco:

- angielski albo imperialny koń mechaniczny (English horsepower, imperial horsepower, mechanical horsepower) o oznaczeniu hp jest równoważny mocy wyrażonej w watach: $1 \text{ hp} = 745,6998 \text{ W} \approx 745,7 \text{ W}$. Ta wersja przyjęła się w krajach Brytyjskiej Wspólnoty Narodów,
- francuski albo metryczny koń mechaniczny (cheval-vapeur¹²⁾) o oznaczeniu „ch” jest równoważny mocy wyrażonej w watach: $1 \text{ ch} = 735,4988 \text{ W} \approx 735,5 \text{ W}$. Ta wersja przyjęła się w krajach Europy kontynentalnej.

Różnica względna nieco przekracza 1% ($1 \text{ hp} = 1,01387 \text{ ch}$, $1 \text{ ch} = 0,98632 \text{ hp}$), co w szacunkowych obliczeniach można pominąć, ale sprawa się komplikuje w sytuacjach, kiedy duża dokładność pomiarów i obliczeń jest konieczna ze względów formalnych i metrologicznych mierzą dokładniej niż aptekarze. W Polsce był koń mechaniczny (KM), w Niemczech – Pferdestärke (PS), w Hiszpanii – caballo de vapor (c.v.), w Rosji – лошадиная сила (л.с.). Kto chciałby którąkolwiek z tych jednostek precyzyjnie operować, ten powinien najpierw wyjaśnić jej pochodzenie – od hp czy od ch.

W czerwcu 1976 r. w ambasadzie polskiej w Kinshasie autor nadzorował egzamin dla młodych Kongijczyków, kandydatów na

TABELA VII. Zestawienie ważniejszych zaleceń dotyczących pisowni jednostek

Zapis poprawny	Zapis niepoprawny
160 km/h 6,5 kg/m	160 km/godz. 6,5 kg/mb
230 V dwieście trzydzieści woltów	230V 230 [V] dwieście trzydzieści V 230 wolt
200 kvar dwieście kilowarów	200kvar 200 [kvar] 200 kVAr 200 kvar 200 kwarów
800 kVA osiemset kilowoltoamperów	800kVA 800 [kVA] 800 kV·A
15 K piętnaście kelwinów	15K 15 [K] piętnaście K 15°K 15 °K
25 °C dwadzieścia pięć stopni Celsjusza	25°C 25° C 25 [°C] dwadzieścia pięć °C
$U_m = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = 325 \text{ V}$	$U = \sqrt{2} \cdot 230 = 325 \text{ V}_m$ $U_m = \sqrt{2} \cdot 230 = 325 \text{ V}_m$
$U = (218 \div 242) \text{ V}$	$U = 218 \div 242 \text{ V}$
$U = 230 \text{ V} \pm 11,5 \text{ V}$ $U = (230 \pm 11,5) \text{ V}$ $U = 230 \cdot (1 \pm 0,05) \text{ V}$	$U = 230 \pm 11,5 \text{ V}$ $U = 230 \text{ V} \pm 5\%$
$P = (75,0 \pm 0,4) \text{ kW}$	$P = 75,0 \pm 0,4 \text{ kW}$
napięcia znamionowe transformatora trójzwojeniowego: 110 kV/36 kV/10,5 kV	przekładnia transformatora trójzwojeniowego 110/36/10,5 kV/kV/kV
160 mmHg	160mmHg 160 mm Hg 160 [mmHg]
329 m n.p.m.	329 m npm 329 mnpm 329m.n.p.m. 329 m.n.p.m.
40°15'20" 40° 15' 20"	40 °15 '20 " 40 ° 15 ' 20 "
dyski o pojemności 512 GiB oraz 2 TB	dyski o pojemności 512GiB oraz 2TB
pendrive o pojemności 16 GB	pendrive o pojemności 16GB
przepływność 100 Mb/s (100 Mbit/s)	przepływność 100Mb/s (100Mbit/s)

studia w Polsce. W nadesłanych z Warszawy pytaniach i zadaniach po francusku – poza błędami językowymi – znalazły się wartości mocy w koniach mechanicznych, przy czym nawet nie padła nazwa tej jednostki, a tylko jej oznaczenie KM, nieznane poza Polską. Ambasada w Kinshasie przezornie zaprosiła na egzamin polskich wykładowców z wydziału politechnicznego miejscowego uniwersytetu, ale nie w każdej afrykańskiej stolicy była taka możliwość. I dziwili się młodzi Afrykanie, że oferują im studia ludzie, którzy nie potrafią wyjaśnić, o co pytają. A wystarczyło w zadaniach użyć watów czy kilowatów.

Podsumowanie

Za podsumowanie niech posłuży tab. VII przedstawiająca wersję poprawną i spotykane wersje niepoprawne najczęściej używanych form zapisu wartości wielkości fizycznych. Uzasadnienie poprawności bądź wadliwości zapisu zainteresowani znajdą w treści artykułu.

LITERATURA

- [1] Décret relatif aux poids et aux mesures. 18 germinal an 3 (7 kwietnia 1795 r.)
- [2] Dekret o miarach z dnia 8 lutego 1919 r. Dziennik Praw Państwa Polskiego z 1919 r., nr 15, poz. 211
- [3] Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 29 marca 1930 r. o legalnych jednostkach miar. Dz.U. 1930, nr 29, poz. 258
- [4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 1953 r. w sprawie prawnie obowiązujących jednostek miar. Dz.U. 1953, nr 35, poz. 148
- [5] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 czerwca 1966 r. w sprawie ustalenia legalnych jednostek miar. Dz.U. 1966, nr 25, poz. 154
- [6] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 13 lipca 1970 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustalenia legalnych jednostek miar. Dz.U. 1970, nr 18, poz. 151
- [7] Zarządzenie Prezesa Centralnego Urzędu Jakości i Miar z dnia 17 kwietnia 1971 r. zmieniające zarządzenie w sprawie ustalenia definicji i oznaczeń legalnych jednostek miar oraz ustalenia pochodnych jednostek miar i jednostek miar dopuszczonych przejściowo do stosowania jako legalne. M.P. 1971, nr 25, poz. 160
- [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 października 1975 r. w sprawie ustalenia legalnych jednostek miar. Dz.U. 1975, nr 35, poz. 192
- [9] Zarządzenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 5 stycznia 1976 r. w sprawie ustalenia definicji, nazw i oznaczeń jednostek miar. M.P. 1976, nr 4, poz. 19
- [10] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 grudnia 1993 r. w sprawie dopuszczenia do stosowania jednostek miar nie należących do Międzynarodowego Układu Jednostek Miar SI. Dz.U. 1993, poz. 133, nr 639
- [11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 maja 2003 r. w sprawie legalnych jednostek miar. Dz.U. 2003, nr 103, poz. 954
- [12] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 listopada 2006 r. w sprawie legalnych jednostek miar. Dz.U. 2006, nr 225, poz. 1638
- [13] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 stycznia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie legalnych jednostek miar. Dz.U. 2010, nr 9, poz. 61
- [14] PN-E-01100:1950P Oznaczenie ważniejszych wielkości i jednostek używanych w elektrotechnice
- [15] PN-E-01100:1964P Oznaczenie wielkości i jednostek miar używanych w elektrotechnice
- [16] PN-E-01100:1988P Oznaczenia wielkości i jednostek miar używanych w elektryce – Postanowienia ogólne – Wielkości podstawowe

- [17] PN-EN 60027-1:2006E Oznaczenia wielkości i jednostek miar używanych w elektryce – Postanowienia ogólne – Wielkości podstawowe
- [18] PN-EN 60027-2:2007E Symbole i oznaczenia literowe stosowane w elektryce – Część 2: Telekomunikacja i elektronika
- [19] PN-EN 80000-13:2008E Wielkości i jednostki – Część 13: Informatyka i technika
- [20] Guide for the Use of the International System of Units (SI). NIST Special Publication 811, 2008, U.S. Department of Commerce
- [21] Jednostki miar do wykorzystywania podczas operacji powietrznych i naziemnych. Załącznik 5 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Lipiec 2010. Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO)
- [22] Le Système international d'unités (SI). Bureau International des Poids et Mesures, 8^e édition, Sèvres 2006

Przedruk z numeru 15/2014 e-pisma „Automatyka. Elektryka. Zakłócenia” za zgodą wydawcy i autora.

¹⁾ Przepuszczalnie ten wyjątek zostanie wyeliminowany przez XXV GKM i dotychczasowy wzorzec kilograma stanie się zabytkiem muzealnym.

²⁾ Jednostki radian i steradian początkowo tworzyły osobną grupę o nazwie „jednostki uzupełniające SI” (SI supplementary units), którą zlikwidowała XX GKM w roku 1995.

³⁾ Anglicy tłumacząc sobie poglądowo oznaczenie sr jednostki steradian jako squared radian.

⁴⁾ Szeryfy – krótkie kreski lub kliny umieszczane poprzecznie albo skośnie u zakończeń znaków graficznych w niektórych krojach pisma drukarskiego (krój szeryfowy), poprawiają jego czytelność.

⁵⁾ Przedrostek miria oznacza krotność 10^4 . Pierwszy paragraf rozporządzenia z roku 1930 [3] rozpoczyna się od słów „Legalnymi wtórnymi jednostkami długości są: mirjametr – równy dziesięciu tysiącom metrów, kilometr...” [pisownia oryginalna].

⁶⁾ Bajt może zawierać od sześciu do dziewięciu bitów. Niemniej jednak powszechnie stosuje się mnożnik 8 przy przeliczaniu pojemności dysku z bajtów na bity. Na francuskim obszarze językowym zamiast bajta, do określania pojemności dysku służy oktet (oznaczenie o), który z nazwy i z definicji oznacza dokładnie 8 b, pojemność dysku podaje się wtedy w krotnościach oktetu: 512 Go, 1 To (pięćset dwanaście gigaoktetów, jeden teraoktet), a w nowych jednostkach: 512 Gio, 1 Tio, czyli pięćset dwanaście gibiooktetów, jeden tebiooktet [wym. gibi-oktetów, tebi-oktet, a nie gibjoktetów, tebjoktet].

⁷⁾ Oxford online dictionary (1992): megabyte – Computing: a unit of information equal to one million or (strictly) 1048576 bytes.

⁸⁾ Cytat z normy IEEE Std 1084–1986: mega (M). (1) A prefix indicating one million. (2) In statements involving size of computer storage, a prefix indicating 2^{20} , or 1048576.

⁹⁾ Cytat z normy IEC 60027-2:2000 – the second syllable should be pronounced as “bee”.

¹⁰⁾ [http://pl.wikipedia.org/wiki/Procent_\(symbol\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Procent_(symbol)), <http://poradnia.pwn.pl/lista.php?szukaj=procenta&kat=18>.

¹¹⁾ „il convient de mettre un espace entre le nombre et le symbole %.”

¹²⁾ Tej jednostki nie należy mylić z francuskim koniem fiskalnym (oznaczenie CV) do naliczania opłat związanych z użytkowaniem samochodu. Moc fiskalna samochodu jest potęgą (z wykładnikiem 1,6) funkcją mocy jego silnika, a od 1998 r. dodatkowo uwzględnia emisję dwutlenku węgla.