

## Symbole literowe w tekstach z zakresu elektryki według norm IEC i IEEE

**Streszczenie.** Normy międzynarodowe IEC i normy amerykańskie IEEE wprowadzają jednolite symbole wielkości fizycznych stosowanych w tekstach z zakresu elektryki. Całość tych przepisów to swoista „ortografia” piśmiennictwa elektrotechnicznego. W artykule omówiono najważniejsze postanowienia powyższych norm z nadzieją, że polscy autorzy tekstów technicznych i naukowych będą je opracowywać w zgodności z tymi normami naddając im tym samym cywilizowaną, powszechnie akceptowaną postać.

**Abstract.** The IEC International standards and the IEEE American standards, both establishing letter symbols to be applied for physical quantities and units used in electrical technology are discussed. The ensemble of relevant rules forms a specific “orthography” for electrical literature. General standard recommendations are mentioned in the paper with hope that technical and scientific texts written by the Polish authors should be edited in conformity with these standards to become a modern and civilized form. (Letter symbols in texts of electricity conform to IEC and IEEE standards).

**Słowa kluczowe:** elektrotechnika.

**Keyword:** electrical technology.

### Wprowadzenie

Stosowanie jednolitych symboli literowych w tekstach technicznych, w szczególności z zakresu szeroko rozumianej elektryki, zasadniczo ułatwia czytelnikowi przyswajanie ich treści, a nierzadko decyduje w ogóle o jej zrozumieniu. Normy IEC [1-4] i normy IEEE [5,6] precyzują najistotniejsze zasady posługiwania się symbolami wielkości fizycznych stosowanych w elektryce i oznaczeniami ich jednostek miar. Przed kilkoma laty pozwoliłem sobie opublikować na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego [10] kilka ogólnych zasad dotyczących stosowania – w tekstach technicznych – międzynarodowych symboli wielkości i jednostek, odwołując się do powyższych norm IEC, niejako przy okazji opracowywania ich polskich wersji. Czytając polską prasę techniczną i recenzując liczne rozprawy naukowe zauważam, że wielu autorów nie zadaje sobie trudu dostosowywania swoich tekstów do międzynarodowej normalizacji. Wprawdzie – formalnie rzecz biorąc – normy nie są obowiązkowe, ale stosowanie się do postanowień norm edytorskich powinno być szczególnie znacząco zalecane. W tej mierze rola niektórych wydawnictw technicznych mogłaby być bardziej aktywna i wykraczająca poza czystą edycję tekstów opracowanych przez autorów.

Polskim autorom tekstów z zakresu elektryki, zarówno pisanych po polsku jak i w innych językach, należy w pierwszym rzędzie rekomendować normę międzynarodową [1], która jest polską wersją przetłumaczonego z języka angielskiego dokumentu harmonizacyjnego HD 60027-1 identycznego z normą IEC 60027-1. Treść tej normy jest oparta w znacznej mierze na starej serii norm ISO 31<sup>1</sup>.

Normy [1] i [6] precyzują ogólne zasady zapisywania symboli wielkości fizycznych stosowanych w elektryce i ich jednostek miar (nie tylko wielkości elektrycznych czy magnetycznych lecz również najważniejszych wielkości z zakresu mechaniki, techniki cieplnej i optyki), a także zasady stosowania indeksów, zapisywania wyrażeń i typowych symboli matematycznych. Niektóre postanowienia tych norm są sformułowane *explicite*, jednak wiele z nich wynika jednoznacznie z przytoczonych przykładów. W niniejszym artykule omówimy skrótowo najważniejsze postanowienia odpowiednich norm międzynarodowych (IEC) i amerykańskich (IEEE); jednak zachęcamy autorów

tekstów do zapoznania się z normami, które są wymienione w pozycji LITERATURA.

### Wielkości fizyczne

Symbole wielkości fizycznych zapisuje się zasadniczo pojedynczą literą alfabetu łacińskiego lub greckiego, które mogą być uzupełnione indeksami lub innymi znakami typograficznymi. Symbole drukuje się zawsze czcionką pochylą (kursywą) z szeryfami, niezależnie od tego jaką czcionką drukuje się tekst słowny. Przykłady:  $I$  – prąd elektryczny,  $\Phi$  – strumień magnetyczny (a nie  $\Phi$  jak sugerują ustawienia podstawowe niektórych edytorów równań<sup>2</sup>). Przyporządkowanie określonej litery do konkretnej wielkości fizycznej dotyczy zarówno symboli głównych jak i indeksów. Wyjątkowo stosuje się symbole dwuliterowe w przypadku tzw. liczb charakterystycznych, np. liczba Reynoldsa  $Re$ .

Normy IEC [1-4], IEEE [5], [6] i normy ISO 80000, np. [9] zawierają tablice nazw, symboli i jednostek miar kilkuset wielkości fizycznych z obszaru elektrotechniki, telekomunikacji i automatyki, uzupełnione o podstawowe wielkości z zakresu mechaniki, termodynamiki i techniki świetlnej, które powinny być stosowane w piśmiennictwie technicznym i naukowym. Podano w nich również zasady zapisywania wyrażeń matematycznych wyrażających zależności między poszczególnymi wielkościami.

### Indeksy

Indeksy, najczęściej prawostronne dolne choć normy przewidują również indeksy górne lub lewostronne, należy pisać

a) kursywą z szeryfami, jeśli odwołują się one do jakiejś wielkości fizycznej, np. symbolem wielkości fizycznej „ciśnienie” jest  $p$  i litera ta wystąpi również w tej samej postaci jako indeks przy symbolu wielkości „pojemność cieplna określona w warunkach stałego ciśnienia”  $C_p$ ; identyczną czcionkę należy stosować w przypadku indeksów wyrażających ogólnie liczby, np.  $L_{ij}$  –  $ij$ -ty element macierzy indukcyjności obwodów ze sprzężeniami indukcyjnymi, lecz liczby konkretne należy zawsze pisać czcionką prostą, więc np.  $L_{12}$ .

<sup>1</sup> Seria norm ISO 31 *Quantities and units* została ostatnio zmodernizowana, nowe oznaczenia ISO 80000, patrz [7-9].

<sup>2</sup> Dotyczy edytorów równań Microsoft Equation 3.0 lub MathType 4.0 Equation.

b) antykwa (pismem prostym), jeśli odwołują się one do charakteru wielkości, np.  $\varepsilon_r$  – przenikalność elektryczna względna,  $E_k$  – energia kinetyczna,  $I_a$  – prąd elektryczny uzwojenia oznaczonego literą „a”,  $T_C$  – temperatura Curie,  $H_{\text{eff}}$  lub  $H_{\text{rms}}$  – wartość skuteczna natężenia pola magnetycznego<sup>3</sup>. Cykl norm terminologicznych IEC i Normy [1-9] stosują w tym przypadku czcionkę identyczną z czcionką tekstu słownego, co zachowano w niniejszym artykule (czcionka Arial), lecz zasada ta nie jest przez te normy wyraźnie sformułowana, tak więc stosowanie się do niej jest raczej kwestią eleganckiego stylu pisanego tekstu niż zgodnością z normami.

### Charakter wielkości

Charakter wielkości fizycznej zaznaczać należy jak następuje:

Wektor – czcionka półgruba (bold) kursywa z szeryfami np.  $\mathbf{B}$  – indukcja magnetyczna (niezbędna korekta ustawień podstawowych<sup>4</sup>) lub czcionka zwykła (light) kursywa z szeryfami ze strzałką nad literą np.  $\vec{B}$ .

Macierz – czcionka bold kursywa z szeryfami, np.  $\mathbf{L}$  – macierz indukcyjności.

Tensor drugiego rzędu – czcionka bold kursywa bez szeryfów, np.  $\mathbf{T}$  – tensor transformujący wektor jakiejś wielkości pola elektrycznego lub magnetycznego do innego układu współrzędnych.

Wartości chwilowe prądów i napięć zapisuje się małymi literami:  $i$ ,  $u$ , ich wartości skuteczne wielkimi:  $I$ ,  $U$ ; norma [1] zaleca wyróżnianie wartości zespolonych przez podkreślanie:  $\underline{I}$ ,  $\underline{U}$ , przy czym  $\underline{I}^*$ ,  $\underline{U}^*$  to wielkości zespolone sprzężone, lecz norma [6] nie przewiduje podkreślenia. Norma [1] zaleca niestosowanie indeksu  $t$  na oznaczenie wartości chwilowej (więc nie:  $i_t$ ,  $u_t$ ) ze względu na możliwość konfliktu z oznaczeniem pochodnej względem czasu.

Amplitudy funkcji sinusoidalnych należy wyróżniać indeksem  $m$  (pisanym antykwa a nie kursywa), natomiast podstawowa litera może być albo duża albo mała, a więc:  $i_m$ ,  $u_m$ , lub  $I_m$ ,  $U_m$ . Podobnie dowolny jest wybór litery (wielkiej czy małej) w przypadku wielkości szczytowych, dla których będzie  $\hat{i}$ ,  $\hat{I}$ ,  $\hat{u}$ ,  $\hat{U}$  lub średnich  $\bar{i}$ ,  $\bar{I}$ ,  $\bar{u}$ ,  $\bar{U}$ .

Powyższe ustalenia dotyczą przede wszystkim tylko oznaczeń prądów lub napięć. Normy [1] i [6] nie wypowiadają się jak przenosić podobne rozróżnienia na wielkości pola magnetycznego czy elektrycznego. W przypadku wielkości opisujących pole, które są na ogół funkcjami czasu i przestrzeni, symbole, np.  $\mathbf{B}$ ,  $B_x$ , i t.p. reprezentują przeważnie funkcje czasu a nie wartości skuteczne, które trzeba wyróżniać indeksem „eff” lub „rms”.

### Symbole matematyczne

Normy [1] i [6] podają też skrótowo podstawowe reguły zapisu wyrażeń matematycznych w tekstach dotyczących elektrotechniki. Na szczególne podkreślenie zasługuje zasada, że nazwy własne funkcji matematycznych należy zapisywać antykwa, a więc np.  $\sin \omega t$ , – funkcja sinus (a nie  $\sin$  ani nie  $\text{sin}$ ),  $e^{-t}$  – funkcja wykładnicza (a nie  $e$  ani nie  $\text{e}$ ),  $\log x$  – funkcja logarytmiczna (a nie  $\log$  ani nie  $\text{log}$ ), a także  $F(\varphi, k)$  – całka eliptyczna niepełna pierwszego rodzaju,

<sup>3</sup> Normy zalecają stosowanie indeksów odwołujących się nazw greckich, łacińskich, francuskich lub angielskich, lecz nie do nazw w innych językach narodowych, więc nie  $H_{\text{sk}}$ .

<sup>4</sup> Dotyczy edytorów równań: Microsoft Equation 3.0 lub MathType 4.0 Equation, wg których dla wektorów i macierzy preferowana jest czcionka bold prosta, a nie kursywa.

$J_m(z)$  – funkcja Bessela pierwszego rodzaju i  $m$ -tego rzędu. Podobnie jak w przypadku indeksów nie odnoszących się do wielkości fizycznych, podstawowe symbole funkcji matematycznych zostały tu zapisane czcionką Arial antykwa (bez szeryfów), zgodnie z tekstem słownym artykułu. Jeśli artykuł jest pisany czcionką z szeryfami, np. Times New Roman, to taką samą czcionką należy zapisywać funkcje matematyczne, a więc  $\sin$ ,  $e$ ,  $\log$ ,  $F$ ,  $J_m$ . Również antykwa należy pisać symbole operatorów, np.  $di/dt$  lub  $\frac{d}{dt}$  i podobnie  $\sqrt{-1} = j$  lub  $\sqrt{-1} = j$ , zgodnie z czcionką tekstu słownego. W przypadku użycia ogólnego symbolu funkcji stosuje się kursywę, identycznie jak przy zapisie wielkości fizycznych, więc np.  $f(x)$ .

Warto jeszcze zwrócić uwagę, że jeśli symbol wyraża konkretną liczbę, to zapisuje się go antykwa, więc liczba 3,14... to  $\pi$  a nie  $\pi$ , co w przypadku wyrażeń zawierających  $\pi$  pisane antykwa i inne greckie litery pisane kursywą wymaga szczególnej uwagi przy posługiwaniu się edytorem równań Microsoft Equation 3.0 lub MathType 4.0 Equation, a także pogłębionej staranności wydawcy. Cyfry pisze się zawsze antykwa, przy czym omawiane normy zalecają stosowanie pół-spacji rozdzielającej w liczbach każdą trójkę cyfr, np.  $\varepsilon_0 = 8,854\ 187\ 817 \dots \text{ pF/m}$ .

### Jednostki miar

Omawiane normy wiele uwagi poświęcają zapisom jednostek miar. Zwracam tu uwagę na bezwzględną konieczność stosowania spacji między wartością liczbową a jednostką – zasada, której niektórzy autorzy składają dobrych tekstów technicznych, nie przestrzegają. Oznaczenia jednostek miar należy zawsze zapisywać antykwa, identyczną z czcionką tekstu słownego, np. w przypadku niniejszego artykułu zapisujemy 220 V, co czyta się „dwieście dwadzieścia woltów” a nie „dwieście dwadzieścia wolt”, bo w języku polskim nazwy jednostek podlegają normalnej deklinacji. Wyjątkowo bez spacji pisze się tylko jednostki kąta (z poza Układu SI), np.  $10^\circ 30' 20''$ .

Zarówno normy IEC jak i IEEE zwracają uwagę na to, że do oznaczeń jednostek nie wolno dopisywać wyjaśniających indeksów lub innych symboli typograficznych, które mogą występować tylko przy symbolach wielkości fizycznych. Np. poprawnie jest  $U_{\text{max}} = 500 \text{ V}$ , a niepoprawnie  $U = 500 \text{ V}_{\text{max}}$ ; tego typu niepoprawne notacje są często spotykane w tekstach technicznych. Norma [6] akceptuje jeden wyjątek od powyższej zasady dopuszczając stosowanie jednostki mmHg jako jednostki ciśnienia (z poza Układu SI).

Jednostki złożone, które nie mają własnego symbolu, należy zapisywać za pomocą symboli innych jednostek wraz z oznaczeniami odpowiednich operacji matematycznych.

Jako przykład jednostki o wyrażeniu iloczynowym można wymienić jednostkę SI momentu obrotowego niutonometr, którego symbol powinien być zapisywany jako  $\text{N}\cdot\text{m}$ , z kropką zaznaczającą mnożenie umieszczoną w połowie wysokości linii.

Przykładem jednostki o wyrażeniu ilorazowym może być jednostka SI gęstości prądu, dla której normy dopuszczają trzy możliwe zapisy:  $\frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ ,  $\text{A}/\text{m}^2$ ,  $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$  nie preferując

jednak żadnego z nich. Jest rzeczą oczywistą, że w publikacjach naukowych drugi sposób wydaje się najodpowiedniejszy.

Niektóre jednostki złożone wymagają zarówno symbolu mnożenia jak i dzielenia, np. jednostka SI pojemności cieplnej właściwej, której nazwę wypowiada się po polsku „dżul na kilogram i kelwin” może być zapisywana jako

$\frac{J}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ,  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  $(\text{J}/\text{kg})/\text{K}$  lecz nie  $\text{J}/\text{kg}/\text{K}$ , i nie  $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$

bo takie zapisy mogą być fałszywie interpretowane.

W przypadku, gdy nie istnieje nazwa własna dla jednostki konkretnej wielkości fizycznej, lecz wyraża się ją jako odwrotność innej jednostki, to obowiązuje zapis potęgowy, np.  $\text{Sr}^{-1}$  – jednostka SI wskaźnika luminancji, której nazwa jest opisowa i wypowiedziana „na steradian”. Lecz nie dotyczy to jednostki SI częstotliwości, która zdefiniowana jako  $\text{s}^{-1}$  ma jednak własną nazwę herc i symbol Hz.

Pewne kontrowersje występują, gdy oznaczenie jednostki i jej polska nazwa są identyczne, np. mol lub bit. Poprawny zapis konkretnej wartości liczności materii powinien być, np. 2 mol (a nie 2 mole bo symbole wielkości nie podlegają deklinacji), natomiast wymawia się „dwa mole” (deklinując nazwę jednostki).

Norma [1] podaje przedrostki dziesiętne SI w zapisie polskiej ortografii, np. pl. mikro, piko (lecz ang. micro, pico). pisząc teksty angielskojęzyczne należy oczywiście stosować angielską ortografię przedrostków dziesiętnych. Natomiast oznaczenia przedrostków dziesiętnych są międzynarodowe i należy je pisać bez spacji przed symbolem jednostki z nazwą własną lub przed pierwszym symbolem jednostki złożonej, np. kW·h.

Tu nasuwa się jeszcze pewna uwaga. Jednostką SI skalarnego potencjału magnetycznego jest tesla o symbolu T·m. W tym przypadku zapis skrócony Tm jest niedopuszczalny, ze względu na konflikt z zapisem wielkości terametr, równej  $10^{12}$  m.

Norma [2] podaje również tabelę przedrostków binarnych, które powinny mieć zastosowanie do jednostek informatycznych. Norma [6] wymienia także te przedrostki w ogólnej wspólnej tabeli wszystkich jednostek, fizycznych i innych. Np. przedrostek „kibi”, symbol Ki, oznacza  $(2^{10})^1 = 2^{10} = 1\,024$ , a przedrostek „mebi”, symbol Mi, oznacza  $(2^{10})^2 = 2^{20} = 1\,048\,576$ . Tak więc pojemność pamięci 1 KiB to 1 024 B. Przedrostki binarne z trudem torują sobie drogę do dokumentacji komputerowej. Często jej autorzy stosują dla przedrostków binarnych te same nazwy i symbole, co dla przedrostków dziesiętnych: piszą na przykład, że pojemność pamięci jest 1 MB rozumiejąc przez to 1 048 576 B, a nie 1 000 000 B, co de facto oznacza symbol M przedrostka dziesiętnego mega. W świetle aktualnych już norm terminologicznych IEC i IEEE taka praktyka jest oczywiście niepoprawna.

### Wielkości logarytmiczne

Norma IEC [3] formułuje usystematyzowany zapis wielkości logarytmicznych. Podobne zasady wprowadza również norma [6]. Przede wszystkim zwraca się uwagę, że jednostka logarytmiczna neper, symbol Np, ma status jednostki spójnej z Układem SI, a nie jednostka bel, symbol B. Wynika z tego oczywista preferencja dla neperów, przynajmniej w zakresie rozważań teoretycznych, a bel i jego 10-na podwielokrotność decybel, symbol dB, są dopuszczone do użycia w konkretnych dziedzinach, np. w akustyce. Podobny status jednostki spójnej z Układem SI ma radian, symbol rad. Norma [3] podaje przykład wyrażający logarytm naturalny ilorazu dwóch napięć przesuniętych w fazie, zapisanych w postaci zespolonej:

$$(1) \quad \underline{Q}_U = \ln \frac{30e^{j\pi/2} V}{3e^{j\pi/3} V} = \ln(10) \text{ Np} + j \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

który ilustruje jednakowy charakter jednostek neper i radian.

Warto również przytoczyć tu zasadę zapisywania wielkości odniesienia dla wielkości logarytmicznych

określanych jako poziomy. Np. jeśli poziom natężenia pola elektrycznego odniesiony do wartości  $1 \mu\text{V}/\text{m}$  wynosi pięćdziesiąt neperów to należy to zapisywać tak  $L_E(\text{re } 1 \mu\text{V}/\text{m}) = 50 \text{ Np}$ , lub  $L_{E/1 \mu\text{V}/\text{m}} = 50 \text{ Np}$ . W przypadku gdy wartość liczbowa wielkości odniesienia jest równa jeden, dopuszcza się jej pominięcie, więc w powyższym przypadku można z tego uproszczenia skorzystać i skrócić zapis do  $L_E(\text{re } \mu\text{V}/\text{m}) = 50 \text{ Np}$ . Normy [3] i [6] dopuszczają, ale tylko w tekstach tabelarycznych lub w opisach rysunków technicznych, skondensowane formy zapisu poziomemu, np. 50 Np ( $1 \mu\text{V}/\text{m}$ ).

Norma [3] zaleca stosowanie w teorii informacji następujących jednostek logarytmicznej miary informacji:

- shannon, symbol sh,
- jednostka naturalna ilości informacji, symbol nat,
- hartley, symbol Hart<sup>5</sup>.

W zależności od rodzaju stosowanych logarytmów: binarne – symbol lb, naturalne – symbol ln, lub dziesiętne – symbol lg można wielkości logarytmiczne  $Q$  wyrażać w wyżej wymienionych jednostkach logarytmicznych. Dla  $x$  reprezentującego dowolną, skalarną wielkość z teorii informacji logarytmiczna miara informacji może być wyrażona w trojaki sposób, zależności od tego, która jednostka logarytmiczna miary informacji jest preferowana. Przykładowo, dla zdarzenia o prawdopodobieństwie  $p = 1/3$  zawartość informacji  $I$  definiowana przez logarytm odwrotności prawdopodobieństwa jest równa:

$$\{2\} \quad I = \begin{cases} (\text{lb } 3) \text{ Sh} \approx 1,588 \text{ Sh} \\ (\text{ln } 3) \text{ nat} \approx 1,098 \text{ nat} \\ (\text{lg } 3) \text{ Hart} \approx 0,477 \text{ Hart} \end{cases}$$

### Zakres zgodności norm IEC i IEEE

Najważniejsze części norm IEC [1] i IEEE [6] zawierają tabele wielkości fizycznych występujących w obszarze szeroko rozumianej elektryki, uzupełnione wybranymi wielkościami z zakresu mechaniki, nauki o ciepłe i oświetleniu. W tabelach podane są jednolite symbole tych wielkości i ich jednostki miar z Układu SI. Wybór wielkości odpowiada odpowiednim normom ISO i w tym względzie identyczność wyż. wym. norm jest zachowana.

Jak wspomniano powyżej, normy IEEE [6] i [7] nie wprowadzają podkreślenia litery głównej reprezentującej wielkości zespolone, tym samym nie proponują rozróżniania symbolu wielkości zespolonych od wartości skutecznych.

Identyczne merytorycznie są również postanowienia dotyczące zapisu jednostek Układu SI.

Normy IEEE wprowadzają, oprócz jednostek z Układu SI, również jednostki z poza tego układu, powszechnie stosowane w Stanach Zjednoczonych Ameryki. Tu warto wymienić:

- stopę, ang. foot, symbol ft, wraz z jednostkami związanymi ze stopą, np. ft/min,
- cal, ang. inch, symbol in,
- jard, ang. yard, symbol yd,
- litr, ang. liter, symbol L, i wiele innych jednostek związanych z wyżej wymienionymi.

Norma IEEE [6] sankcjonuje następujący – określany jako przymiotnikowa forma – zapis wartości liczbowej. Np. „a 35-mm film” oznacza film o szerokości 35 mm. Norma

<sup>5</sup> Jeśli do jednostek informatycznych zastosować zasadę przyjętą w odniesieniu do jednostek wielkości fizycznych nadającą im nazwy polskie w ich brzmieniu fonetycznym, to zamiast shannon i hartley powinniśmy się pisać szannon i hartlej. Norma [3] nie jest w tym względzie konsekwentna, a norma PN-ISO/IEC 2382 z 1996 r. zachowuje pisownię wg terminów międzynarodowych.

IEC [1] nie zawiera podobnej klauzuli. Stosowanie takiego zapisu w tekstach angielskojęzycznych jest więc uprawnione, lecz w języku polskim napiszemy raczej „film 35 milimetrový” lub „film 35-cio milimetrový” lub, co ostatnio stało się modne „film 35. milimetrový”.

Norma IEEE [6] wprowadza także zapisy zastępcze jednostek wg ASCII 0000-0127 do stosowania w przypadku niedostępności liter greckich i innych specjalnych możliwości zapewnianych normalnie przez komputery. Najważniejsze uproszczenia są następujące:

zamiast  $\mu$  należy stosować u, np. 1  $\mu\text{A}$  będzie 1 uA,  
zamiast  $\Omega$  stosować Ohm, np. 1  $\Omega$  będzie 1 Ohm,  
zamiast  $^{\circ}\text{C}$  należy stosować C, np. 10  $^{\circ}\text{C}$  będzie 10 C,  
zamiast jednostek kąta płaskiego  $^{\circ}$ ,  $'$ ,  $''$  należy stosować deg, min, sec,

zamiast potęg należy stosować symbol  $\wedge$  poprzedzający wykładnik potęgowy, i podobnie zamiast indeksu dolnego można stosować łącznik  $_$  poniżej linii podstawowej.

Przykłady:

zamiast  $\text{mm}^2$  będzie  $\text{mm}^{\wedge}2$ ,  
zamiast  $\text{W/m}^2$  będzie  $\text{W/m}^{\wedge}2$ , lub  $\text{W/m}2$ ,  $\text{Wm}^{\wedge}2$ ,  $\text{Wm}2$ ,  
zamiast  $U_{ab}$  można pisać  $U_{ab}$ , albo  $U(\text{sub } ab)$ ,  
zamiast 1 W·s można pisać 1 W s lub 1 W.s.

Powyższych uproszczeń nie należy oczywiście stosować w publikacjach, mogą jednak znaleźć zastosowanie w opracowaniach tabelarycznych lub w opisie rysunków jak i w dokumentacjach technicznych.

Norma IEEE [6] zaleca również niestosowanie podwójnych przedrostków dziesiętnych, więc nie milimikrometr  $\text{m}\mu\text{m}$  lecz nanometr nm, nie mikromikrofarad  $\mu\mu\text{F}$  lecz pikofarad pF i tp. Wydaje mi się, że taka nie zalecana praktyka nie występuje w piśmiennictwie technicznym w Polsce.

Zapisy poziomów logarytmicznych wg IEEE [6] są identyczne z odpowiednimi zapisami normy IEC [3], lecz wielkości logarytmiczne z teorii informatyki nie występują w normach amerykańskich.

Pewną osobliwością normy IEEE [6] jest wprowadzenie symboli dla wielkości przenikalność elektryczna względna zespolona  $\epsilon_r^* = \epsilon_r' - j\epsilon_r''$  i podobnie przenikalność magnetyczna względna zespolona  $\mu_r^* = \mu_r' - j\mu_r''$  jako wielkości zespolonych sprzężonych, gdzie części urojone reprezentują: w pierwszym przypadku wskaźnik strat dielektrycznych, a w drugim przypadku wskaźnik strat magnetycznych. Taka definicja jest logicznie uzasadniona znakiem ujemnym przy części zespolonej, lecz nie jest to powszechnie przyjmowane i może być źródłem kontrowersji.

### Wytyczne Przeglądu Elektrotechnicznego dla autorów

Pozwalam sobie na koniec zamieścić tu kilka uwag krytycznych na temat dokumentu [11] formułującego zasady przygotowania tekstów dla Przeglądu Elektrotechnicznego. Podany jest w nim następujący przykład zapisu wyrażenia matematycznego, który ma obowiązywać autorów:

$$(3) \quad \mathbf{J} = \sum_0^{\infty} A^2 \sin \omega t + \int_0^{\infty} \sqrt{B_1^2 + C_1^2} + \frac{4\pi}{\mu_0} \int_V \frac{\mathbf{J} \times \mathbf{r}}{r^3} dv$$

gdzie  $J$  – gęstość prądu,  $r$  – odległość,  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – współczynniki geometryczne.

Oczywiście wzorcowe wyrażenie nie musi być poprawne matematycznie, ale byłoby rzeczą pożądaną, żeby jednak było. Powyższe wyrażenie zawiera następujące błędy

matematyczne i niezgodności z normami edytorskimi tekstów z zakresu elektrotechniki.

Błędy matematyczne:

pierwsza suma – brak wskaźnika sumowania, który powinien występować jako indeks  $i$  (pisany kursywą) przy  $A$  i przy  $\omega$ ,

– pierwsza całka – brak członu różniczkowego,

– całość równania – lewa strona i druga całka to wektory, suma to skalar a pierwsza całka niewiadomo, bo brak różniczki i niejasny charakter  $B$  i  $C$ .

– wyjaśnienia nie odnoszą się do wektora  $\mathbf{J}$ , a wyjaśniają znaczenie skalara  $J$ , który nie występuje we wzorze, również nie wyjaśniają, że  $r = |\mathbf{r}|$ .

Niezgodności z normami IEC [1] i IEEE [6]:

– wszystkie cyfry, symbol  $\pi$ , symbole funkcji sinus i operator różniczkowy  $d$  zapisane są pismem pochyłym (kursywą), wbrew wyż. wym. normom, które przewidują dla tych symboli czcionkę prostą (antykwę).

Wypadałoby tu wypowiedzieć sugestię, żeby w tekście instrukcji [11] zmienić zalecane wyrażenie przykładowe na inne nie zawierające błędów matematycznych i zgodne z normami edytorskimi, które są omówione w niniejszym artykule.

### LITERATURA

- [1] PN-HD 60027-1: Symbole i oznaczenia literowe stosowane w elektryce – Część 1: Zasady ogólne, 2006.
- [2] PN-HD 60027-2: Oznaczenia wielkości jednostek miar używanych w elektryce – Część 2: Telekomunikacja i elektronika, 2005
- [3] PN-HD 60027-3: Symbole i oznaczenia literowe stosowane w elektryce Część 3: Wielkości logarytmiczne i wielkości z nimi związane, 2006.
- [4] PN-HD 60027-6. Symbole i oznaczenia literowe stosowane w elektryce – Część 6: Technika sterowania, 2009.
- [5] ANS/IEEE Std 280-1985, An American National Standard Lester Symbols for Quantities Used in Electrical Science Engineering.
- [6] IEEE Standard Letter Symbols for Units of measurement, CSI Units, Customary Inch-Pound Units, and Certain Other Units.
- [7] ISO 80000-0 Quantities and units – Part 1 *General*
- [8] ISO 80000-1 Quantities and units – Part 2 *Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology.*
- [9] ISO-IEC 80000-6 Quantities and units – Part 6 – *Electromagnetism.*
- [10] K. Pawluk, Jak pisać poprawnie teksty techniczne, Przegląd elektrotechniczny, LXXIX, str. 571-573, 9'2003.
- [11] Jak przygotować tekst do Przeglądu Elektrycznego, str. pe.org.pl.

**Autor:** prof. dr hab. inż. Krystyn Pawluk. Instytut Elektrotechniki, ul. Pożarskiego 28, 04-703 Warszawa, przewodniczący Polskiego Komitetu Terminologii Elektryki Stowarzyszenia Elektryków Polskich. E-mail [pawluk@iel.waw.pl](mailto:pawluk@iel.waw.pl).

*Od Redakcji PE*

*Faktycznie równania w wytycznych napisane są trochę bez sensu (na co nikt dotychczas nie zwrócił uwagi). Postaramy się to poprawić.*