

## Broszura SI

Autor : Zbigniew Ramotowski, Paweł Fotowicz  
Opublikowane przez : Adam Zeberkiewicz

Zapraszamy do zapoznania się z pierwszym polskim, oficjalnym tłumaczeniem Broszury SI, opublikowanej przez BIPM w celu promowania i wyjaśniania zagadnień związanych z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar (SI).

Dokument ten stanowi podstawę zarówno odpowiedniej dyrektywy UE, jak i polskiego rozporządzenia w sprawie legalnych jednostek miar. Stwarza on również możliwość szerzenia wiedzy o jednostkach miar w gremiach naukowych i gospodarczych. Broszura ma charakter podręcznika wyjaśniającego podstawowe zasady związane z problematyką jednostek miar. Rozwiązania w niej zawarte są podstawą przy opracowywaniu aktów prawnych dotyczących zagadnień metrologicznych.



Broszura SI, wydana przez Międzynarodowe Biuro Miar, jest już 9. edycją opracowania dotyczącego Międzynarodowego Układu Jednostek Miar. Szczególna waga tej publikacji polega na tym, że powstała w wyniku uchwalenia przez 26. Generalną Konferencję Miar redefinicji podstawowych jednostek SI. Dlatego też zawiera obszerne uzasadnienie przyczyn, dla których nastąpiła zmiana w sposobie definiowania tych jednostek. Fundamentalnym jest to, że dotychczasowe definicje oparte o artefakty i zjawiska, służące do odtwarzania jednostek, zostały zastąpione odniesieniami do niezmiennych stałych fizycznych i technicznych.

Broszura podaje treść obowiązujących obecnie definicji siedmiu podstawowych jednostek miar, czyli sekundy, metra, kilograma, ampera, kelwina, mola i kandeli, tworzących Układ SI. Definicje te znalazły się w obowiązującym w kraju Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2020 roku w sprawie legalnych jednostek miar. W Broszurze definicjom towarzyszą wyjaśnienia dotyczące ich treści. Celem przyjętej redefinicji SI jest to, aby nowe definicje jednostek miar nie ograniczały w żaden sposób wyboru i zastosowania używanych już lub jeszcze nieznanymi metod ich odtwarzania. Otwiera to drogę do poszukiwań jeszcze dokładniejszych sposobów ich realizacji, bez

potrzeby zmiany samych definicji, jak to było dotychczas.

Broszura przedstawia zasady, na których opiera się wyrażanie jednostek SI, szczególnie pochodnych, stosowanych w różnych dziedzinach nauki i techniki, w tym opisujących wielkości dotyczące zjawisk biologicznych i fizjologicznych. Omawia stosowanie symboli i nazw jednostek, jak również przedstawia reguły redagowania tekstów z użyciem wartości wielkości, w tym zapisu liczb czy operacji matematycznych na symbolach wielkości. Przedstawia zalecane wielokrotności i podwielokrotności jednostek SI wraz ze sposobem ich zapisu. Wskazuje też na jednostki miar spoza SI przyjęte do stosowania wraz z SI.

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar • 27

28 • Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności

### 2.3.5 Jednostki wielkości opisujących zjawiska biologiczne i fizjologiczne

Cztery z wymienionych w Tablicach 2 i 4 jednostek SI zawierają fizjologiczne czynniki wagowe: kandela, lumen, luks i siwert.

Lumen i luks pochodzą od jednostki podstawowej kandela. Podobnie jak kandela, noszą one informację o ludzkim widzeniu. Kandela została ustanowiona jednostką podstawową w roku 1954, co było następstwem uznania ważności światła w ludzkim życiu. Więcej wiadomości o jednostkach i konwencjach stosowanych przy definiowaniu wielkości fotochemicznych i fotobiologicznych podano w Załączniku 3.

Promieniowanie jonizujące powoduje zmagazywanie energii w napromienionej materii. Iloraz zmagazywanej energii do masy określane jest terminem pochłonięta dawka  $D$ . Zgodnie z decyzją CIPM w roku 2002, wielkość dawki równoważna  $H = QD$  jest iloczynem pochłoniętej dawki  $D$  i liczbowego czynnika jakości  $Q$ , który uwzględnia biologiczną efektywność promieniowania i jest zależny od energii i rodzaju promieniowania.

Istnieją wielkości, które opisują zjawiska biologiczne i wymagają stosowania czynników wagowych (wag), które nie są jednostkami SI. Poniżej podano dwa przykłady:

Dźwięk powoduje fluktuacje ciśnienia w powietrzu, nakładające się na ciśnienie atmosferyczne, które są słyszalne dla ludzkiego ucha. Czulość ucha zależy od częstotliwości dźwięku, lecz nie jest ona prostą funkcją ani zmian ciśnienia, ani częstotliwości. Z tego powodu, w celu przybliżenia sposobu, w jaki dźwięk jest odbierany, stosowane są w akustyce wielkości korygowane częstotliwościowo. Stosowana jest ona, na przykład, w pomiarach związanych z ochroną przed uszkodzeniem słuchu. Oddziaływanie akustycznych fal ultradźwiękowych budzi podobne obawy w dziedzinie diagnostyki medycznej i terapii.

Istnieje klasa jednostek służących do liczbowego wyrażania biologicznej aktywności niektórych substancji stosowanych w dziedzinie diagnostyki medycznej i terapii, których na razie nie można jeszcze zdefiniować w kategoriach jednostek SI. Ten brak definicji wynika z tego, że mechanizm oddziaływania biologicznego tych substancji nie jest jeszcze wystarczająco dobrze rozumiany, aby mógł być określony ilościowo w kategoriach parametrów fizykochemicznych. Wobec ich ważności dla ludzkiego zdrowia i bezpieczeństwa Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) wzięła odpowiedzialność za zdefiniowanie Międzynarodowych Jednostek (IU) WHO do wyrażania aktywności biologicznej tych substancji.

### 2.3.6 Jednostki SI w ramach ogólnej teorii względności

Praktyczna realizacja jednostki i proces porównań wymagają opisu teoretycznego w postaci układu równań. W pewnych przypadkach równania te odnoszą się do zjawisk relatywistycznych.

### 3 Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności jednostek SI

Oprócz jednostek SI używa się także ich dziesiętnych wielokrotności i podwielokrotności w przedziale od  $10^{21}$  do  $10^{-24}$ . Nazwy i symbole przedrostków do tworzenia wielokrotności i podwielokrotności przedstawiono w Tablicy 7.

Symbole przedrostków pisze się czcionką prostą tak, jak symbole jednostek, bez względu na to jakiego kroju czcionki użyto w otaczającym tekście. Łączą się one z symbolami jednostek bez spacji pomiędzy symbolami przedrostków a symbolami jednostek. Z wyjątkiem da (deka), h (hekt) i k (kilo), wszystkie symbole przedrostków wielokrotności pisze się dużą literą, a wszystkie przedrostki symboli podwielokrotności – małą literą. Wszystkie przedrostki w pełnym brzmieniu pisze się małą literą, z wyjątkiem przypadku, kiedy stoją one na początku zdania.

Przedrostki SI odnoszą się wyłącznie do potęg liczby 10. Nie należy używać ich do wyrażania potęg liczby 2 (na przykład jeden kilobit oznacza 1000 bitów, a nie 1024 bity). Zalecane nazwy i symbole przedrostków, których należy używać dla potęg liczby 2 są następujące:

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

Zestawienie symbolu przedrostka z symbolem jednostki tworzy nowy nierozdzielny symbol jednostki (stanowiącej wielokrotność albo podwielokrotność jednostki), który może być podnoszony do dodatniej lub ujemnej potęgi i który może być kombinowany z symbolami innych jednostek tworząc w ten sposób złożone symbole jednostek.

Przykłady: pm (pikometr), mmol (milimol), Gg (gigam), THz (teraherz)

$$2,3 \text{ cm}^2 = 2,3 (\text{cm})^2 = 2,3 (10^{-2} \text{ m})^2 = 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$
$$1 \text{ cm}^{-1} = 1 (\text{cm})^{-1} = 1 (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1} = 100 \text{ m}^{-1}$$

Uzupełnieniem treści Broszury SI jest przedstawienie rysu historycznego, który na ponad 200-letniej drodze doprowadza do powstania Międzynarodowego Układu Jednostek Miar. Mamy kalendarium rozwoju układu metrycznego od czasów Rewolucji Francuskiej i pierwszych definicji metra i kilograma opartych o artefakty tych jednostek, poprzez XIX-wieczne próby stworzenia spójnego układu przez Gaussa i jego rozszerzenie na kolejne jednostki już w wieku XX, aż po powołanie do życia w 1960 roku SI i jej współczesnej postaci. Omówiono dodatkowo każdą z siedmiu podstawowych jednostek SI w perspektywie historycznej.

Broszurę SI uzupełnia lista decyzji związanych z ustanowieniem Układu SI, w tym odnoszących się do jednostek podstawowych i pochodnych oraz terminologii, jak również lista stosowanych akronimów i obszerny skorowidz.

Zapraszamy również do zapoznania się ze [Streszczeniem broszury SI](#).