

Układ Jednostek Miar SI

SI jest nowoczesnym układem jednostek miar, przyjętym i stosowanym na całym świecie. Jest używany we wszystkich dziedzinach norm międzynarodowych i powszechnie odwołuje się do systemu metrycznego. SI jest stosowany we wszystkich obszarach nauki, techniki i handlu i ma zastosowanie w taki sam sposób na całym świecie.

SI składa się z: jednostek podstawowych, jednostek uzupełniających, jednostek pochodnych, przedrostków. Liczby podane w tabelach przeliczeniowych są zaokrąglane do 3 lub 4 cyfr.

Jednostki podstawowe układu SI

Ilość	Nazwa	Symbol
Długość	metr	m
Masa	kilogram	kg
Czas	sekunda	s
Prąd elektryczny	amper	A
Temperatura termodynamiczna	kelwin	K
Natężenie światła	kandela	cd
Ilość materii	mol	mol

Jednostki pochodne układu SI

Ilość	Nazwa	Symbol	Przeliczenie na jednostki podstawowe	
Częstotliwość	herc	Hz	1 Hz	= 1 s ⁻¹ = 1/s
Siła	newton	N	1 N	= 1 kg · m/s ²
Ciśnienie i naprężenie mechaniczne	paskal	Pa	1 Pa	= 1 N/m ²
Praca (energia, ciepło)	dżul	J	1 J	= 1 N · m = 1 W · s
Moc, strumień energii, strumień ciepły	wat	W	1 W	= 1 N · m/s = J/s
Ładunek elektryczny, ilość elektryczności	kulomb	C	1 C	= 1 A · s
Napięcie elektryczne, różnica potencjałów elektrycznych	wolt	V	1 V	= 1 W/A
Pojemność elektryczna	farad	F	1 F	= 1 A · s/V
Impedancja (opór elektryczny)	om	Ω	1 Ω	= 1 V/A
Przewodność elektryczna	simens	S	1 S	= 1 Ω ⁻¹ = 1 A/V
Strumień magnetyczny	weber	Wb	1 WB	= 1 V · s
Indukcja magnetyczna	tesla	T	1 T	= 1 Wb/m ²
Indukcyjność	henr	H	1 H	= 1 Wb/A = 1 V · s/A
Strumień świetlny	lumen	lm	1 lm	= 1 cd · sr
Illuminacja	luks	lx	1 lx	= 1 lm/m ²
Kąt płaski	radian	rad	1 rad	= 1 m/m = 1 = 180°/π
Kąt bryłowy	stearadian	sr	1 sr	= 1 m ² /m ² = 1

Tablice przeliczeniowe

Tabela przeliczeniowa jednostek siły

	N	p	kp	dyn
1 Newton = 1 N	1	102	0,102	10 ⁵
1 pond = 1 p	9,81 · 10 ⁻³	1	10 ⁻³	981
1 Kilopond = kp	9,81	1000	1	9,81 · 10 ⁵
1 dyn	10 ⁻⁵	1,02 · 10 ⁻³	1,02 · 10 ⁻⁶	1

Tabela przeliczeniowa jednostek naprężenia mechanicznego

	Pa	N/mm ²	kp/cm ²	kp/mm ²
1 Pa = 1 N/m ² = 10 N/cm ²	1	10 ⁻⁶	1,02 · 10 ⁻⁵	1,02 · 10 ⁻⁷
1 N/mm ² = 1 MPa	10 ⁶	1	10,2	0,102
1 kp/cm ² = 1 at	9,81 · 10 ⁴	9,81 · 10 ⁻²	1	10 ⁻²
1 kp/mm ²	9,81 · 10 ⁶	9,81	100	1

Tabela przeliczeniowa jednostek pracy, energii i energii cieplnej

	J	kJ	kWh	kcal	kpm
1 J = 1 N · m = 1 W · s	1	10 ⁻³	2,78 · 10 ⁻⁷	2,39 · 10 ⁻⁴	0,102
1 kJ	1000	1	2,78 · 10 ⁻⁴	0,239	102
1 kWh	3,6 · 10 ⁶	3,6 · 10 ³	1	860	3,67 · 10 ⁵
1 kcal	4,19 · 10 ³	4,19	1,16 · 10 ⁻³	1	427
1 kpm	9,81	9,81 · 10 ⁻³	2,72 · 10 ⁻⁶	2,34 · 10 ⁻³	1

Tabela przeliczeniowe jednostek mocy i strumienia cieplnego

	W	kW	kcal/s	kcal/h	kpm/s
1 W = 1 N · m/s = 1 J/s	1	10 ⁻³	2,39 · 10 ⁻⁴	0,860	0,102
1 kW	1000	1	0,239	860	102
1 kcal/s	4,9 · 10 ³	4,19	1	3,6 · 10 ³	427
1 kcal/h	1,16	1,6 · 10 ⁻³	2,78 · 10 ⁻⁴	1	0,119
1 kpm/s	9,81	9,81 · 10 ⁻³	2,34 · 10 ⁻³	8,34	1

Tabela przeliczeniowa jednostek ciśnienia gazu, pary i cieczy

	Pa	bar	kp/m ²	at	Torr
1 Pa = 1 N/m ²	1	10 ⁻⁵	0,102	1,02 · 10 ⁻⁵	7,5 · 10 ⁻³
1 bar = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ²	10 ⁵	1	1,02 · 10 ⁴	1,02	750
1 kp/m ²	9,81	9,81 · 10 ⁻⁵	1	10 ⁻⁴	7,36 · 10 ⁻²
1 at = 1 kp/cm ²	9,81 · 10 ⁴	0,981	10 ⁴	1	736
1 Torr = 1/760 atm	133	1,33 · 10 ⁻³	13,6	1,36 · 10 ⁻³	1

Przeliczenie jednostek do jednostek układu SI

Wartość	Poprzednia jednostka	Symbol	Nowa jednostka	Symbol	Przeliczenie na jednostki podstawowe
długość	Langstrem	Å	metr	m	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
Ciśnienie	słupek rtęci (mm)	mm Hg	paskal	Pa	1 mm Hg = 133,3 Pa
Energia	Erg (jednostka pracy i energii w układzie GSC)	erg	dżul	J	1 erg = 10 ⁻⁷ J
Moc	koń mechaniczny	PS	wat	W	1 PS = 735,5 W
Lepkość dynamiczna	Pauz	P	pascal sekunda	Pa · s	1 P = 0,1 Pa · s / 1 c P = 1 m Pa · s
Lepkość kinetyczna	Stokes	St	cm ² /s	–	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
Udarność z karbem	kpm/cm ²	–	J/cm ²	–	1 kpm/cm ² = 9,087 J/cm ²
Pojemność cieplna	kcal/°C	–	J/K	–	1 kcal/°C = 4,187 · 10 ³ J/K
Przewodność cieplna	kcal/m · h · °C	–	W/K · m	–	1 kcal/m · h · °C = 1,163 W/K · m
Ciepło	kcal/kg · °C	–	J/kg · K	–	1 kcal/kg · °C = 4,187 · 10 ³ J/kg · K
Sila pola magnetycznego	Ersted (jednostka natężenia elektrycznego)	Oe	amper/metr	A / m	1 Oe = 79,6 A/m
Strumień indukcji magnetycznej	Gaus	G	tesla	T	1 G = 10 ⁻⁴ T
Strumień magnetyczny	Makswel	M	weber	Wb	1 M = 10 ⁻⁸ Wb
Natężenie światła	świeca międzynarodowa	IK	kandela	cd	1 IK = 1,019 cd
Luminacja	Stilb	sb	cd/m ²	–	1 sb = 10 ⁴ cd/m ²
Pochłonięta dawka	Rem	rem	J/kg	–	1 rem = 0,01 J/kg
Dawka jonowa	Rentgen	R	C/kg	–	1 R = 2,58 · 10 ⁻⁴ C/kg

Tabela przeliczeniowa jednostek stężenia
Przykład: jedna kostka cukru rozpuszczona w

1 ppm (part per million) oznacza 1 część z 1 miliona części	1 miligram na kilogram	0,001 g/kg (10 ⁻⁶)	 2700 litrów
1 ppb (part per billion) oznacza 1 część z 1 miliarda części (b = trylion amerykański odpowiednik miliarda)	1 mikrogram na kilogram	0,000 001 g/kg (10 ⁻⁹)	 2,7 miliona litrów
1 ppt (part per trillion) oznacza 1 część z 1 biliona części (t = trylion amerykański odpowiednik biliona)	1 nanogram na kilogram	0,000 000 001 g/kg (10 ⁻¹²)	 2,7 biliona litrów
1 ppq (part per quadrillion) oznacza 1 część z 1 biliarda części (q = kwadrylion amerykański odpowiednik biliarda)	1 picogram na kilogram	0,000 000 000 001 g/kg (10 ⁻¹⁵)	 2,7 miliarda litrów

Tabele przeliczeniowe, system metryczny-system calowy USA, system calowy USA-system metryczny

Jednostki długości

system metryczny	USA		
1 milimetr	mm	0,039337	cale in.
1 centymetr	cm	0,39370	cale in.
1 metr	m	39,3700	cale in.
		3,2808	stopa ft.
		1,0936	jardy yd.
1 kilometr	km	0,62137	mile m.

USA	system metryczny	
1 cal	25,400	mm
	2,540	cm
1 stopa	304,800	mm
	30,480	cm
	0,3048	m
1 jard	91,4400	cm
	0,9144	m
1 mila	1609,35	m
	1,609	km

Jednostki powierzchni

system metryczny	USA		
1 mm ²	0,00155	cale kwadratowe	sq.in.
1 cm ²	0,1550	cale kwadratowe	sq.in.
1 m ²	10,7640	stopa kwadratowa	sq.ft.
	1,196	jard kwadratowy	sq.yd.
1 km ²	0,38614	mila kwadratowa	sq.m.

USA	system metryczny	
1 cal kwadratowy	645,16	mm ²
	6,4516	cm ²
1 stopa kwadratowa	929,00	cm ²
	0,0929	m ²
1 jard kwadratowy	0,836	m ²
1 mila kwadratowa	2,5889	km ²

Jednostki objętości

system metryczny	USA		
1 mililitr	ml	0,27	drachmy objętości dr.fl.
1 centylitr	cl	0,338	uncje objętości oz.fl.
1 decylitr	dl	0,0528	pinty pt.
1 litr	l	1,0567	kwarty qt.
		0,26	galony gal.
1 hektolitr	hl	26,417	galony gal.

USA	system metryczny	
1 uncja objętości	2,957	cl
1 pinta	4,732	dl
	0,4732	l
1 kwarta	0,9463	l
1 galon	3,7853	l
1 baryłka (bl)	119,237	l
	1,192	hl

Jednostki ciężaru

metryczne	USA		
1 gram	gr.	15,432	grany gr.
1 kilogram	kg	2,2046	funty lb.
1 kwintal	dz.	220,46	funty lb.
1 tona	t	2204,6	funty lb.
		1,102	tona amerykańska (US, krótka) tn.sh.

USA	metryczny	
1 gran	64,7989	mg
1 uncja	28,35	g
1 funt	0,4536	kg
1 tona (krótka tona)	907,200	kg
	9,072	dz.
	0,9072	t

Różne

metryczny	USA		
1 N/mm ² = 1 MPa = 10 bar	145,14		psi
1 Nm	8,85		in lb
	0,74		ft lb

USA	metryczny	
1 psi	0,00689	N/mm ²
1 in lb	0,113	Nm
1 ft lb	1,35	Nm

Temperatura

Dokładne przeliczenie stopni Fahrenheita: stopnie Celsjusza:
odejmujemy 32 i wynik dzielimy przez 1,8

°F	°C	°F	°C
212	100	100	37,8
200	93,3	90	32,2
194	90	86	30
190	87,8	80	26,7
180	82,8	70	21,1
176	80	68	20
170	76,7	60	15
160	71,1	50	10
158	70	40	4,4
150	65,6	–	–
140	60	32	0
130	54,4	30	–1,1
122	50	20	–6,7
120	48,9	14	–10
110	43,3	10	–12,2
104	40	0	–17,8

Dokładne przeliczenie stopni Celsjusza na stopnie Fahrenheita:
mnożymy przez 1,8 i do wyniku dodajemy 32.

°C	°F	°C	°F
100	212	35	95
95	203	30	86
90	194	25	77
85	182	20	68
80	176	15	59
75	167	10	50
70	158	5	41
65	149	–	–
60	140	0	32
55	131	–5	23
50	122	–10	14
45	113	–15	5
40	104	–17,8	0

Tabela przeliczeniowa rozmiarów przekrojów przewodów AWG / MCM w mm²

AWG	metryczny przekrój przewodu mm ²	porównywalny przekrój przewodu mm ²
27	0,102	–
26	0,129	0,14
25	0,162	–
24	0,205	0,25
23	0,258	–
22	0,326	0,34
21	0,410	0,5
20	0,518	–
19	0,653	0,75
18	0,823	1
17	1,038	–
16	1,31	1,5
15	1,65	–
14	2,08	2,5
13	2,62	–
12	3,31	4
11	4,17	–
10	5,26	6
9	6,63	–
8	8,37	10
7	10,55	–
6	13,3	16
5	16,75	–
4	21,15	25
3	26,67	–
2	33,62	35
1	42,4	50
1/0	53,49	–
2/0	67,43	70
3/0	85,01	95
4/0	107,2	120

MCM	metryczny przekrój przewodu mm ²	porównywalny przekrój przewodu mm ²
250	127	120
300	152	150
350	177	185
400	203	–
500	253	240
600	304	300
700	355	–
800	405	400
900	456	–
1000	507	500
1250	633	625
1500	760	800
1750	887	–
2000	1010	1000

Tabele porównawcze skal twardości
według normy ISO 18265

Tabela przeliczeniowa zgodnie z ISO18265 dla stali niestopowych i niskostopowych oraz staliwa itp. Przeliczanie wartości twardości między sobą lub wartości twardości na wartości wytrzymałości na rozciąganie jest z zasady obarczone niepewnością. Bezpośrednia ocena przeliczenia twardości jest możliwa tylko przy użyciu tej samej próbki materiału.

Wytrzymałość na rozciąganie	Twardość Vickersa HV	Twardość Brinella ¹⁾	Twardość Rockwella			
			HB	HRB	HRC	HRA
[N/mm²]	[F ≥ 98 N]					
255	80	76	–	–	–	–
270	85	80,7	41	–	–	–
285	90	85,5	48	–	–	–
305	95	90,2	52	–	–	–
320	100	95	56,2	–	–	–
335	105	99,8	–	–	–	–
350	110	105	62,3	–	–	–
370	115	109	–	–	–	–
385	120	114	66,7	–	–	–
400	125	119	–	–	–	–
415	130	124	71,2	–	–	–
430	135	128	–	–	–	–
450	140	133	75	–	–	–
465	145	138	–	–	–	–
480	150	143	78,7	–	–	–
495	155	147	–	–	–	–
510	160	152	81,7	–	–	–
530	165	156	–	–	–	–
545	170	162	85	–	–	–
560	175	166	–	–	–	–
575	180	171	87,1	–	–	–
595	185	176	–	–	–	–
610	190	181	89,5	–	–	–
625	195	185	–	–	–	–
640	200	190	91,5	–	–	–
660	205	195	92,5	–	–	–
675	210	199	93,5	–	–	–
690	215	204	94	–	–	–
705	220	209	95	–	–	–
720	225	214	96	–	–	–
740	230	219	96,7	–	–	–
755	235	223	–	–	–	–
770	240	228	98,1	20,3	60,7	–
785	245	233	–	21,3	61,2	–
800	250	238	99,5	22,2	61,6	–
820	255	242	–	23,1	62	–
835	260	247	(101)	24	62,4	–
850	265	252	–	24,8	62,7	–
865	270	257	(102)	25,6	63,1	–
880	275	261	–	26,4	63,5	–
900	280	266	(104)	27,1	63,8	–
915	285	271	–	27,8	64,2	–
930	290	276	(105)	28,5	64,5	–
950	295	280	–	29,2	64,8	–
965	300	285	–	29,8	65,2	–
995	310	295	–	31	65,8	–
1030	320	304	–	32,2	66,4	–
1060	330	314	–	33,3	67	–
1095	340	323	–	34,3	67,6	–
1125	350	333	–	35,5	68,1	–

W przypadku wszystkich innych materiałów wartości te służą jedynie jako ogólny wskaźnik. Wyniki konwersji z tabeli nie zastępują wartości ustalonych przy użyciu znormalizowanych metod badawczych. W przypadku stali wysokostopowych i/lub stali utwardzanych na zimno (np. 6.8, A2-A4) należy spodziewać się znacznych odchyleń.

Wytrzymałość na rozciąganie	Twardość Vickersa HV	Twardość Brinella ¹⁾	Twardość Rockwella			
			HB	HRB	HRC	HRA
[N/mm²]	[F ≥ 98 N]					
1155	360	342	–	36,6	68,7	–
1190	370	352	–	37,7	69,2	–
1220	380	361	–	38,8	69,8	–
1255	390	371	–	39,8	70,3	–
1290	400	380	–	40,8	70,8	–
1320	410	390	–	41,8	71,4	–
1350	420	399	–	42,7	71,8	–
1385	430	409	–	43,6	72,3	–
1420	440	418	–	44,5	72,8	–
1455	450	428	–	45,3	73,3	–
1485	460	437	–	46,1	73,6	–
1520	470	447	–	46,9	74,1	–
1555	480	(465)	–	47,7	74,5	–
1595	490	(466)	–	48,4	74,9	–
1630	500	(475)	–	49,1	75,3	–
1665	510	(485)	–	49,8	75,7	–
1700	520	(494)	–	50,5	76,1	–
1740	530	(504)	–	51,1	76,4	–
1775	540	(513)	–	51,7	76,7	–
1810	550	(523)	–	52,3	77	–
1845	560	(532)	–	53	77,4	–
1880	570	(542)	–	53,6	77,8	–
1920	580	(551)	–	54,1	78	–
1955	590	(561)	–	54,7	78,4	–
1995	600	(570)	–	55,2	78,6	–
2030	610	(580)	–	55,7	78,9	–
2070	620	(589)	–	56,3	79,2	–
2105	630	(599)	–	56,8	79,5	–
2145	640	(608)	–	57,3	79,8	–
2180	650	(618)	–	57,8	80	–
–	660	–	–	58,3	80,3	–
–	670	–	–	58,8	80,6	–
–	680	–	–	59,2	80,8	–
–	690	–	–	59,7	81,1	–
–	700	–	–	60,1	81,3	–
–	720	–	–	61	81,8	–
–	740	–	–	61,8	82,2	–
–	760	–	–	62,5	82,6	–
–	780	–	–	63,3	83	–
–	800	–	–	64	83,4	–
–	820	–	–	64,7	83,8	–
–	840	–	–	65,3	84,1	–
–	860	–	–	65,9	84,4	–
–	880	–	–	66,4	84,7	–
–	900	–	–	67	85	–
–	920	–	–	67,5	85,3	–
–	940	–	–	68	85,6	–

¹⁾ Wartości twardości Brinella do 450 HB oznaczono przy użyciu kulki stalowej jako wgłębnika. Liczby w nawiasach są przybliżonymi wartościami twardości, które wykraczają poza zakres definicji znormalizowanych metod badania twardości. Ponadto wartości twardości Brinella w nawiasach odnoszą się tylko do pomiarów za pomocą kulki z węgla wolframu.

Pomiar twardości sposobem Vickersa HV ma zastosowanie dla dużego zakresu skali twardości. W normie ISO 898 część 1 określono metodę Vickersa, jako rozstrzygający pomiar twardości w przypadkach wątpliwych. Pomiar twardości sposobem Rockwella C jest odpowiedni dla stali hartowanych, sposobem Rockwella A dla stopów twardych, natomiast sposobem Rockwella B dla stali miękkich, stopów miedzi i cynku, brązów, itp.

Pomiar twardości sposobem Brinella ma zastosowanie również dla dużego zakresu skali twardości.

Oznaczanie Organizacji Normalizacyjnej w różnych krajach

według ISO

Kraj	Skrót
Algieria	IANOR
Argentyna	IRAM
Australia	SAI
Austria	ON
Bangladesz	BSTI
Belgia	IBN
Brazylia	ABNT
Bulgaria	BDS
Kanada	SCC
Chile	INN
Chiny	CSBTS
Kolumbia	ICONTEC
Kuba	NC
Cypr	CYS
Republika Czeska	CSNI
Dania	DS
Egipt	EOS
Etiopia	QSAE
Europa	EN
Finlandia	SFS
Francja	AFNOR
Niemcy	DIN
Ghana	GSB
Grecja	ELOT
Węgry	MSZT
Indie	BIS
Indonezja	BSN
Międzynarodowe	ISO
Iran	ISIRI
Irlandia	NSAI
Izrael	SII
Włochy	UNI
Jamajka	JBS
Japonia	JISC

Kraj	Skrót
Kenia	KEBS
Koreańska Republika Ludowo-Demokratyczna (Korea Północna)	CSK
Republika Korei (Korea Południowa)	KATS
Liban	LNCSM
Malezja	DSM
Meksyk	DGN
Mongolia	MNCSM
Maroko	SNIMA
Holandia	NEN
Nowa Zelandia	SNZ
Nigeria	SON
Norwegia	NSF
Pakistan	PSI
Filipiny	BPS
Polska	PKN
Portugalia	IPQ
Rumunia	ASRO
Rosja	GOST
Arabia Saudyjska	SASO
Singapur	PSB
Republika Południowej Afryki	SABS
Hiszpania	AENOR
Sri Lanka	SLSI
Szwecja	SIS
Szwajcaria	SNV
Syria	SASMO
Tanzania	TBS
Tajlandia	TISI
Trynidad i Tobago	TTBS
Turcja	TSE
Zjednoczone Królestwo	BSI
USA	ANSI
Uzbekistan	UZGOST
Wenezuela	FONDONORMA
Wietnam	TCVN