

JACEK ROŻNOWSKI, IZABELA PRZETACZEK-ROŻNOWSKA, JADWIGA KŁOSOWSKA

*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności
Wydział Technologii Żywności
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kottłątaja w Krakowie
Balicka 122, 30-149 Kraków
E-mail: i.roznowska@ur.krakow.pl*

MIARY OBJĘTOŚCI W CYWILIZACJI LUDZKIEJ

WSTĘP

Źródłem poznania świata przez człowieka od zawsze był pomiar cech lub wymiarów charakteryzujących dany przedmiot lub zjawisko. Najpowszechniejszymi tak postrzeganymi wielkościami są długość, czas, temperatura, a także objętość (OBALSKI 1981). Człowiek od początku swojego istnienia próbował mierzyć świat, który go otaczał. Protagoras głosił „Człowiek – miarą wszechrzeczy”, co dowodzi, że już w starożytności ludzie podejmowali próby mierzenia otaczających ich przedmiotów, stosując ciała ludzkie jako wykładnię miar (KULA 2004).

Wzorce jednostek miar początkowo były bardzo prymitywne, a przede wszystkim „niestałe”, gdyż często zależały od cech osobniczych poszczególnych osób, jednakże dokładność ich była wystarczająca do zaspokojenia potrzeb ówczesnych ludzi, przy bezpośrednim kontakcie osób biorących udział w wymianie

(OBALSKI 1981). Jedną z pierwszych jednostek objętości była „garść”, którą stosowano jeszcze do połowy XX w. w Asamie (Azja Wschodnia) jako miarę objętości ciał sypkich, natomiast w Annamie „garść” służyła jako miara zbożowa wykorzystywana w rolnictwie (PADELTA 1977). Wraz z rozwojem handlu człowiek zaczął poszukiwać bardziej ujednoliconych i powtarzalnych miar. Znajdując wkolo siebie różnego rodzaju przedmioty, przystosowywał je do stosowania jako miarki. Najbardziej praktycznymi przedmiotami były wszelkie muszle, rogi, skorupy, a nawet wydrążone części drzew, które, obok zastosowania jako miarka, mogły służyć jako czerpaki, a nawet miseczki czy naczynia do przechowywania. Przykładowo, taką funkcję pełniła jeszcze w XX w. skorupa kokosowa na wyspie Yap w archipelagu Wysp Karolińskich (PADELTA 1977).

HISTORYCZNE JEDNOSTKI OBJĘTOŚCI

Przełomowym wydarzeniem dla miar objętości było pojawienie się garncarstwa. Pomimo że ludzie zaczęli sami wytwarzać naczynia służące do mierzenia ilości zboża, wina czy oliwy, miary te wciąż były różnorodne i nieujednolicone (PADELTA 1977, BARZYKOWSKI 2004). Do określenia objętości czy ilości stosowano zarówno rozmaite miarki, jak również powszechne było stosowanie słownych określeń ilości typu „sterta” drzewa, „naręcz” ziół, a także „worek”, „dzban”

czy do dzisiaj funkcjonująca „szczypta”. Wielkości te były niejednoznaczne i w dużej mierze zależały zarówno od handlowca, wielkości zbiorów, a także samego kupującego. Również w zależności od rodzaju produktu wielkości „miar” były różne, dlatego inny dzban służył do odmierzenia objętości wina, inny do oliwy, a jeszcze inny stosowano do atramentu (PADELTA 1977).

Wraz z rozwojem rynku i wymiany handlowej pomiary objętości stanowiły podstawę

Tabela 1. Grecki system miar i przeliczeń.

Greckie jednostki	Przeliczniki	Proporcja
1 metretes	= 2 amfory	2
1 amfora	= 4 hust	8
1 hust	= 9 sekstariosów	72
1 sekstarios	= 1,33(3) kotyli	96
1 kotyl	= 6 cyanthosów	576
1 cyanthos	= 4 mysty	2304

rozzrachunków między ludźmi, dlatego pojawiła się potrzeba ujednoczenia miar. Pierwszymi, którzy podjęli się stworzenia takiego systemu, byli Rzymianie, którzy stworzyli proporcjonalne jednostki, dzięki czemu, znając jedną z nich, można było ją przeliczyć na inne, wykorzystując proporcje 1:2:48:96:348. Z systemu tego wywodzą się stosowane do dziś w krajach anglosaskich uncja i libra. Z kolei w pierwszym greckim systemie miar (Tabela 1) obowiązywała bardziej szczegółowa proporcja 1:2:8:72:96:576:2304 (PADELTA 1977, BARZYKOWSKI 2004).

Grecy jednak nie ograniczali się do stworzenia jednego systemu miar objętości. Odmienne miary i ich przeliczniki stosowano do wyznaczania objętości ciał sypkich, m.in. zboża, a inne do odmierzania medykamentów. W rolnictwie stosowano miary 1 mediumnosa, który stanowił 144 kotyli lub 864 cyanthosów, co odpowiada ok. 52 dzisiejszym litrom (PADELTA 1977).

W krajach arabskich system miar był bardzo zbliżony do tego, który zaproponowali Rzymianie, jednak w wielu krajach system miar ukształtowany w oparciu o wierzenia. Doskonałym przykładem są przekonania religijne w Indiach, wedle których krowy uważane są za święte zwierzęta, dlatego przez długie lata jednostką objętości była „stopa krowy” (PADELTA 1977). Pomiaru najprawdo-

podobniej dokonywano poprzez zasypanie odcisku krowiej racicy piaskiem, który po dokładnym zebraniu stanowił wzorzec objętości lub wykopywano fragment gruntu z odciśniętym śladem i wykorzystywano go jako bezpośrednią miarę.

W średniowieczu zaczęto tworzyć jednostki objętości z jednostek długości podniesionych do sześcienu. Pomimo tego, zróżnicowanie miar objętości wciąż było znaczne, nawet w krajach europejskich. Przykładowo, w Niemczech stosowano różnorodne systemy miar objętości w zależności od przeznaczenia, jak i regionu (Tabela 2).

Do odmierzania objętości zboża, octu, piwa, soli, jabłek, a nawet siemienia lnianego używano tony (nie należy mylić z dzisiejszą jednostką masy). W zależności od produktu, jak i regionu wartość tej jednostki mieściła się od 9 l do 3hl. Do miar objętości płynów stosowano m.in. Drilling (do wódki), Anker (Antał) i Ohm (do wina), a także Eimer (wiadro) i Kufel (piwo). Ponieważ naród niemiecki od zawsze kojarzony jest z kulturą warzenia i picia piwa, jednostki objętości piwa ewoluowały i, obok Eimer i Kufel, stosowano Oesel, który był połową objętości Kufel lub Nösel, oraz wspomniany Eimer, stanowiący 64 Kufel. Również pojawiły się jednostki jak Gebräude (kadź) równa 8 beczkom. Z kolei wino mierzono w furach. Jednostka ta wykorzystywana była także w Austrii do oznaczenia objętości soli warzelnej i stanowiła od 8 do 18 hl (KULA 2004).

W Polsce w 1565 r. uchwałą Konstytucji Sejmu Piotrowskiego podjęto próbę ujednoczenia wszystkich jednostek miar, w tym objętości, ogłaszając, że „miary y wagi wszędzie jednakie być mają”. Jednak wbrew oczekiwaniom, jednostki nie zostały ujednoczone w drodze uchwały, a wręcz przeciwnie, powstała znaczna ilość różnorodnych miar, przez co utrudniono stosunki handlowe (OBALSKI

Tabela 2. Jednostki miar objętości w różnych regionach Niemiec w XIX w. w przeliczeniu na jednostki metryczne (PADELTA 1977).

Regiony	Jednostki objętości							
	Cal sześcienny [cm ³]	Stopa sześcienna [m ³]	Pręt sześcienny [m ³]	Sążeń sześcienny [m ³]	Korzec sześcienny [hl]	Antał [l]	Wiadro [l]	Fura [hl]
Badenia	27	0,03	27	3,89	1,5	-	-	15
Bawaria	14	0,03	24,86	3,12	2,22	-	60	-
Prusy	18	0,03	53,42	3,34	0,55	34	68,7	8,25
Saksonia	13	0,02	-	1,84	0,55	-	67,4	8,08
Wirtembergia	24	0,02	-	2,35	0,73	-	293,9	17,37

1981). W tamtym okresie na terenach Polski istniały dwa systemy miar, oddzielne dla poszczególnych rodzajów produktów. Objętość ciał sypkich mierzono w korcach, którym odpowiadały dwa półkorce lub cztery ćwierci. Z kolei na ćwierć składały się dwie miarki lub osiem garnców, a garniec stanowiły cztery kwarty lub szesnaście kwatek. Dodatkowo wyznaczono jednostkę trzydziestu korcy, którą nazwano łasztem. Korce, w świetle obowiązujących wówczas przepisów, musiały być wykonane z metalu, którym najczęściej była miedź, co najprawdopodobniej miało na celu wyeliminowania w jak największym stopniu potencjalnych możliwości oszukiwania, gdyż objętość metalowych naczyń znacznie trudniej było zmienić. Z kolei podstawową jednostką objętości płynów była bec-

ka, na którą składały się dwie półbeczki, 72 garnce, 144 półgarnce, 288 kwart lub 1152 kwatek (KULA 2004, PADELTA 1977, TOMASZEWSKI 1934). Pomimo że te jednostki miar objętości powstały ponad dwa wieki temu, do dziś, szczególnie na placach targowych, można zakupić kwaterkę mleka czy kobiałkę truskawek.

W związku z tym, że wszystkie systemy miar ulegają zmianom, poprawom i ujednoczeniom, w 1819 r. kwartę zrównano z litrem, a objętość beczki opisano jako 25 garnców, co dawało po przeliczeniu 100 kwart (PADELTA 1977). Z kolei w 1842 r. ujednoczono objętość galona angielskiego i ustalono, że będzie on równy dokładnie 277,274 jarde sześciennego, co stanowi 4,54609 litra (NORWISZ i SOKOLSKI 2004).

WSPÓŁCZESNE JEDNOSTKI OBJĘTOŚCI I SYSTEMY ICH MIAR

Aby jednostka miary mogła zawsze spełniać swoją rolę, musi istnieć odpowiedni, dokładny etalon w postaci wzorca lub ściśle sprecyzowanego sposobu odtwarzania jednostki za pomocą określonych środków i postępowania (OBALSKI 1981). Podstawową jednostką, z której wywodzi się współczesna jednostka objętości, jest metr, definiowany jako droga przebyta w próżni przez światło w czasie $1/299\,792\,458$ s (ANONIM 2006). Główną jednostką objętości jest metr sześcienny (m^3) (ANONIM 2006), jednak tylko w krajach, które przyjęły układ SI (fr. *Système International*) jako obowiązujący. Ponieważ współpraca gospodarcza, naukowa i inne aktywności odbywają się na skalę międzynarodową, istotnym jest poznanie zarówno miar objętości, jak i przeliczeń obowiązujących w krajach, które nie stosują miar układu SI.

Do wyrażania krotności metra sześciennego stosuje się sześciany wielokrotności i podwielokrotności metra: $10^{-3} m^3 = 1 dm^3 = 1 (dm)^3$, a najczęściej stosowanymi krotnościami litra jest podwielokrotność: mililitr [ml] = $10^{-3} m$ oraz wielokrotność: hektolitr hl = $(10^3 m)$ (CHMIELEWSKI 1979). Dopuszcza się też stosowanie litra [l], przy czym przyjęto, że 1 l odpowiada $1 dm^3$ (GAŁECKI 1973, PN-ISO 2010). Zależności tej długo nie uznawano, a w Rozporządzeniu Rady Ministrów (Dz.U. z 1953 r, nr 53, poz. 148) określono nawet, że „litr jest objętością jaką zajmuje 1 kg wody czystej, nie zawierającej powietrza, przy największej jej gęstości i przy ciśnieniu

atmosferycznym równym jednej atmosferze fizycznej. Litr jest równy $1,000028 dm^3$ ”. Na mocy tego zapisu, pomiary musiałyby być bardzo precyzyjne, by istniała rzeczywista różnica pomiędzy decymetrem sześciennym a litrem, jednak w praktyce takich różnic nie uzyskiwano. Obecnie przyjmuje się, że obie te jednostki są równoznaczne, jednak zalecane jest, aby w dokumentach naukowych przy podawaniu jednostek objętości nie podawać jednostki litra ani jego krotności (ANONIM 2006). Litr jest jednostką „legalną” spoza układu SI (ANONIM 2006), a jego oznaczenie międzynarodowe to „l” lub „L”. Drugi symbol litra, wielka litera „L”, została przyjęta jako jednostka objętości przez Generalną Konferencję Miar (fr. *Conférence Générale des Poids et Mesures*, CGPM) dopiero w 1979 r., aby uniknąć podobieństwa do jedyńki, jednak w normach międzynarodowych dopuszcza się jedynie oznaczenia „l” (PN-ISO 80000-3: 2010). Jednostkę tę stosuje się do wyrażania objętości płynów, materiałów sypkich, a także pojemności zbiorników, jednak nie zalecane jest wykorzystywanie tego symbolu do pomiarów o dużej dokładności (MASSALSKI i STUDNICKI 1999). Zgodnie z postanowieniami Generalnej Konferencji Miar mililitr (ml) jest równoznaczny centymetrowi sześciennemu (cm^3) (PN-EN ISO 1042: 2010). Zrównanie litra z decymetrem sześciennym oraz mililitra z centymetrem sześciennym spowodowało, że zanikła różnica pomiędzy jednostkami objętości i pojemności, w prze-

Tabela 3. Miary objętości ciał sypkich obowiązujące w Wielkiej Brytanii (UK) i Stanach Zjednoczonych (USA) (ANONIM 1960, MASSALSKI i MASSALSKA 1980).

Nazwy angielskie		Nazwy polskie	
60 minims	= 1 fluid drachm (UK i USA)	60 minims	= 1 drachma cieczy
8 fluid drachms	= 1 fluid ounce (UK i USA)	8 drachm cieczy	= 1 uncja cieczy
5 fluid ounces	= 1 gill (UK i USA)	5 uncji cieczy	= 1 gill
4 gills	= 1 pint (UK)	4 gille	= 1 pinta
	= 1 liquid pint (USA)		= 1 pinta cieczy
2 pints (UK)	= 1 quart (UK)	2 pinty	= 1 kwarta
2 liquid pints (USA)	= 1 liquid quart (USA)	2 pinty cieczy	= 1 kwarta cieczy
2 dry pints (USA)	= 1 dry quart (USA)	2 suche pinty	= 1 sucha kwarta
4 quarts (UK)	= 1 gallon (UK i USA)	4 kwarty	= 1 galon
4 liquid quarts (USA)		4 kwarty cieczy	
8 quarts (UK)	= 1 peck (UK i USA)	8 kwart	= 1 pek
8 dry quarts (USA)		8 suchych kwart	
2 gallons	= 1 peck (UK)	2 galony	= 1 pek
42 gallons	= 1 barrel (USA)	42 galony	= 1 baryłka
4 pecks	= 1 bushel (UK i USA)	4 peki	= 1 buszel
3 bushels	= 1 sack (UK)	3 buszele	= 1 zak
8 bushels	= 1 quarter (UK)	8 buszeli	= 1 ćwiartka
12 sacks	= 1 chaldron (UK)	12 zaków	= 1 chaldron

ciwieństwie do systemów anglosaskich, gdzie po dziś dzień wyróżnia się jednostki objętości (ang. volume) i pojemności (ang. capacity). Obok metra sześciennego, dopuszczone są w żegludze tona rejestrowa (ang. Register Tonne, RT) równa 2,831 68 m³ i 100 jardom sześciennym (yd³) oraz stopa sześcienna (ft³) (KAŁUSZKO i SZAMOTULSKI 1979), choć są już coraz rzadziej stosowane.

Obecne w większości krajów europejskich używany jest ujednolicony, międzynarodowy układ jednostek miar SI, w którym podstawową jednostką objętości jest m³. W krajach anglosaskich dominuje odrębny system miar (GÓRNIAK i współaut. 1970) (Tabela 3, 4), nazywany często imperialnym, gdyż podczas ekspansji Wielkiej Brytanii był wprowadzony na terytorium całego Imperium Brytyjskiego. Stany Zjednoczone Ameryki zaadoptowały system ten w 1836 r. (NORWISZ i SOKOLSKI 2004), ale na jego podstawie wyodrębniły „własne” jednostki miar, w tym objętości. Pomimo że często nazwa brytyjskich i amerykańskich jednostek objętości jest taka sama, to rzeczywista ich objętość jest różna, np. 1 galon amerykański odpowiada 0,8327 galona brytyjskiego (Tabela 4).

Równie istotne w nazewnictwie amerykańskich jednostek objętości są towarzyszące im określenia, przykładowo „mokry” galon amerykański jest równy 231 jardom sześciennym

(3,785 43 l), podczas gdy „suchy” jedynie 37,8 jardów sześciennych (Tabela 3, 4).

W anglosaskim systemie jednostek miar do oddzielania miejsc dziesiętnych używana jest kropka, w odróżnieniu do układu SI, gdzie wykorzystuje się przecinek.

Od 1.01.2000 r. oficjalnie na terenie Wielkiej Brytanii można używać pinty tylko do piwa beczkowanego, jabłecznika i mleka w pojemnikach zwrotnych, jako pozostałości jednostek układu anglosaskiego, ale również na wyspach brytyjskich, w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i pozostałych krajach pozostających pod ich wpływem (m.in. Panama, Puerto Rico) funkcjonuje anglosaski system miar. Pierwsze próby wprowadzenia w Anglii metrycznego systemu miar podjęto już w 1790 r., jednak do dziś dla wielu Brytyjczyków trudne jest przejście na metryczny system miar. Akceptacji i przejścia na układ SI nie ułatwia fakt, że w krajach z anglosaskim układem miar dziś wykorzystywane są dwa systemy: metryczny SI i anglosaski. Równoczesne wykorzystanie obu systemów podyktowane jest wysokością kosztów, jakie należałoby ponieść, zmieniając wszystkie normy, parametry procesów, a nawet technologie produkcji. Dlatego przypuszczalnie jeszcze przez wiele lat anglosaski układ jednostek miar nie będzie tylko działem historii metrologii, ale wciąż funk-

Tabela 4. Nazwy, symbole i mnożniki przeliczeniowe anglosaskich miar objętości (PN-ISO 80000-3: 2010).

Nazwa i symbol jednostki	Mnożniki przeliczeniowe
Cał sześcienny [in ³] lub [cu in]	= 16,387 064 cm ³
Stopa sześcienna [ft ³] lub [cu ft]	= 28,316 85 dm ³
Jard sześcienny [yd ³] lub [cu yd]	= 0,764 554 9 m ³
	= 277,420 in ^{3*}
Galon angielski [gal (UK)]	≈ 4,456 099 dm ³
	≈ 1,200 95 gal (US)
	= 1/8 gal (UK)
Pinta angielska [pt (UK)]	≈ 0,568 261 25 dm ³
	≈ 1,200 95 liq pt (US)
	= 1/160 gal (UK)
Angielska uncja objętości [fl oz (UK)]	≈ 28,413 06 cm ³
	≈ 0,960 760 fl oz (US)
	= 8 gal (UK)
Buszel angielski [bushel (UK)]	≈ 36, 368 72 dm ³
	≈ 1,032 06 bu (US)
	= 231 in ³
Galon amerykański [gal (US)]	≈ 3,785 412 dm ³
	≈ 0,832 674 gal (UK)
	= 1/8 gal (US)
Amerykańska pinta cieczy [liq pt (US)]	≈ 0,473 176 5 dm ³
	≈ 0,832 674 pt (UK)
	= 1/128 gal (US)
Amerykańska uncja objętości [fl oz (US)]	≈ 29,573 53 cm ³
	≈ 1,040 84 fl oz (UK)
	= 42 gal (US)
	= 9 702 in ³
Amerykańska beczka (baryłka) objętości [bbl (US)]	≈ 158, 987 3 m ³
	≈ 34,972 3 gal (UK)
	≈ 2 150, 42 in ³
Buszel amerykański [bu (US)]	≈ 35,239 07 dm ³
	≈ 0,968 939 bushel (UK)
	= 1/64 bu (US)
Amerykańska pinta sucha [dry pt (US)]	≈ 0,550 610 5 dm ³
	≈ 0,968 939 pt (UK)
	= 7 056 in ³
Amerykańska beczka (baryłka) sucha [bbl (US)]	≈ 115, 627 1 dm ³

*w tabeli użto wyłącznie przecinka jako separatora dziesiętnego

cjonującym w przemyśle systemem metrycznym.

Jednostki systemu brytyjskiego powszechnie stosowane są w transporcie morskim i

lotniczym, a ich wykaz dostępny jest w Polskiej Normie PN-ISO 2010, choć stosowanie ich nie jest zalecane.

PODSUMOWANIE

Można pokusić się o stwierdzenie, że wraz z człowiekiem, Stwórca stworzył pierwotny system miar, który później ewoluował razem z rozwijającą się cywilizacją i techniką. Chęć mierzenia przez człowieka otaczającego świata stanowiła podstawą do jego poznania. Obok pomiaru odległości czy też długości, czasu i temperatury, duże znaczenie miała objętość. W całej historii metrologii jednostki miar objętości wykazały na przestrzeni wieków największą różnorodność. W zależności od rodzaju odmierzanych produktów używano odmiennych miar, choć bywało też, że miara miała jedną nazwę, choć różną objętość, w zależności od rodzaju odmierzanego produktu.

Na przestrzeni wieków wielokrotnie podejmowano próby ujednoczenia systemu miar, jednak, pomimo że w większości kra-

jów obowiązuje metryczny układ miar, to w wielu regionach świata wciąż używane są alternatywne systemy miar. Pomimo że w większości krajów Unii Europejskiej podstawową jednostką objętości jest m^3 , należy mieć świadomość, że zarówno w Wielkiej Brytanii, jej byłych koloniach, Kanadzie czy Stanach Zjednoczonych, podstawową jednostką objętości jest galon, którego definicja angielska różni się od amerykańskiej.

Znajomość różnych układów miar, ich jednostek i relacji między nimi wydaje się konieczna i niezbędna ze względu na postępującą globalizację, a przez to coraz szerszą współpracę zarówno naukową, jak i gospodarczą z krajami, w których obowiązuje oficjalnie lub zwyczajowo inny niż Układ SI system miar.

MIARY OBJĘTOŚĆ W CYWILIZACJI LUDZKIEJ

Streszczenie

Pomiary towarzyszą człowiekowi od początków jego istnienia, ponieważ dzięki nim dokonuje on obiektywnej oceny wielkości otaczających go przedmiotów, a przez to zdobywa niezbędne informacje i wiedzę. Obok długości, czasu i temperatury, równie istotna była objętość, zarówno ze względów handlowych, jak i leczniczych, gdyż niezbędna była znajomość zarówno objętości nabytego czy też sprzedanego towaru, natomiast w lecznictwie bardzo istotne znaczenie miały odpowiednie proporcje przy sporządzaniu mikstur leczniczych. Przedstawianie wyników pomiarów wymaga ściśle określonych i zdefiniowanych jednoznacznie jednostek miar. Wraz z postę-

pem cywilizacji pojawiały się coraz to nowe miary, a ich różnorodność często była źródłem sporów i nierzadko zarzewiem konfliktów, dlatego wielokrotnie podejmowano próby ujednoczenia jednostek miar. Dziś w większości krajów obowiązuje Międzynarodowy System Jednostek Miar (SI), jednak wciąż istnieją rejonów geograficznych, które wyodrębniły swoje niezależne jednostki objętości. W dobie globalizacji wydaje się konieczna znajomość nie tylko jednostek miar objętości zalecanych zarówno w działalności gospodarczej czy naukowej w krajach uznających układ SI, ale także w jednostek i mnożników przeliczeniowych obowiązujących w krajach spoza systemu SI.

THE VOLUME UNITS YESTERDAY AND TODAY

Summary

Measurements accompany development of human civilization from its very beginning, since they provide objective data about the magnitude of objects surrounding the people, which in turn underlay information and knowledge about the world. Besides the length, time and temperature used in trade and in therapeutics quantification of volume requires precisely defined units. Over centuries a lot of units for volume measurements has been

used and their diversity was a source of disputes and even conflicts. Nowadays, in a large majority of countries an international system of units called SI is in use. However, there are some geographical regions where some independent systems are employed. It is thus very important to know both the SI system and the other systems, as well as respective conversion factors.

LITERATURA

- ANONIM, 1960. *Tablice przeliczeniowe miar niemetrycznych*. Ośrodek Informacji Biura Pełnomocnictwa do Spraw Wykorzystywania Energii Jądrowej, Warszawa.
- ANONIM 2006. *The International System of Units (SI)*. 8th Edition. Bureau International des Poids et Mesures.
- BARZYKOWSKI J. (red.), 2004. *Współczesna metrologia*. WNT, Warszawa.
- CHMIELEWSKI H., 1979. *Międzynarodowy Układ Jednostek Miar*. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Dz.U. z 1953r, nr 35, poz. 148, *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 1953 r. w sprawie prawnie obowiązujących jednostek miar*.
- GAŁECKI J., 1973. *Układ SI w nauczaniu chemii i fizyki*. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.
- GÓRNIAK H., GUNDLACH W., OCHĘDUSZKO S., 1970. *Zastosowanie Międzynarodowego Układu Jednostek SI w energetyce cieplnej*. PWN, Warszawa.
- KALUSZKO D., SZAMOTULSKI J.W., 1979. *Jednostki SI: tablice przeliczeniowe*. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- KULA W., 2004. *Miary i ludzie*. Książka i Wiedza, Warszawa.
- MASSALSKI J., MASSALSKA M., 1980. *Fizyka dla inżynierów. Cz. I. Fizyka klasyczna*. WNT, Warszawa.
- MASSALSKI J., STUDNICKI J., 1999. *Legalne jednostki miar i stałe fizyczne*. Wyd. Naukowe PWN S.A., Warszawa.
- NORWISZ J., SOKOLSKI W., 2004. *Anglosaski system jednostek miar we współczesnym świecie*. Energetyka, 2004, 5, 255-263.
- OBALSKI J., 1981. *Zasady Międzynarodowego Układu Jednostek Miar*. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- PADELT E., 1977. *Człowiek mierzy czas i przestrzeń*. WNT, Warszawa.
- PN-EN ISO 1042, 2002. *Szklany sprzęt laboratoryjny. Kolby miarowe z jedną kreską*.
- PN-ISO 80000-3, 2010. *Wielkości fizyczne i jednostki miar. Część 3: Przestrzeń i czas*.
- TOMASZEWSKI E., 1934. *Ceny w Krakowie w latach 1601-1795*. Badania z dziejów społeczeństwa i gospodarczych, Lwów, 15.