

Wartość estetyczna metrologii

Jan Malinowski

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej – Laboratorium Metrologii

Metrologia zawdzięcza swe piękno głównie powiązaniom z fizyką. Źródłem przeżyć estetycznych są wytworzone w umyśle wyobrażenia. W artykule przedstawiono piękno układu SI w świetle estetyki pitagorejczyków. Wykazano piękno pełnego wyniku pomiaru oraz uzasadniono trzy jego własności: wartość estetyczną, etyczną i poznawczą. Istnienie piękna w metrologii budzi podziw, co można wykorzystać między innymi w dydaktyce.

Aesthetic value of metrology

The beauty of metrology lies mainly in its relationship to physics. The source of aesthetic experience is imagination created in the mind. The article presents the beauty of the International System of Units (SI) in the light of Pythagorean aesthetics. The article demonstrates the beauty of the full result of measurement and explains three of its features: the aesthetic, the ethical, and the cognitive values. The existence of beauty in metrology can arouse admiration, which can be used among other things in didactics.

1. Wstęp

Piękno zwykle się kojarzy z sztuką, dostrzega się też piękno krajobrazu, przyrody, czasem mówi się o pięknie wyrobów rzemieślniczych. Stosunkowo rzadko słyszy się estetyczne zachwyty nad fizyką lub naukami matematyczno-fizycznymi. Przywołuje się wówczas wypowiedzi Einsteina, Heisenberga, Feynmana lub innych sławnych fizyków. Te głośne nazwiska mogą wywołać wrażenie, że dostrzeganie piękna w fizyce jest przywilejem jedynie wybitnych postaci nauki. Zgodna opinia znawców przeczy temu przypuszczeniu [1]. Trzeba spełnić jednak pewien warunek: dobre zrozumienie piękna praw natury wymaga znajomości matematyki [2].

Metrologia ma ścisły związek z fizyką, jej zasady są oparte na prawach fizyki, służy fizyce, ale jej obszar zastosowania jest znacznie szerszy. Jeśli zatem jest prawdą, że w fizyce występuje piękno, to powiązania nauki o pomiarach z fizyką upoważniają do postawienia tezy, że także metrologia, w jej obecnej postaci, jest piękna.

2. Piękno

Dziedziną wiedzy o pięknie jest estetyka. Pojęcie piękna jest pojęciem niejednoznacznym, w ciągu wieków ulegało przemianom i dlatego nie można podać definicji piękna. Przyjmuje się, że piękne jest to, co postrzegamy czy wyobrażamy sobie z upodobaniem i uznaniem. Postrzeganie polega na oglądaniu lub słuchaniu, a więc na percepcji zmysłami wzroku albo słuchu bodźców świetlnych lub akustycznych. W tym procesie źródłem przeżycia estetycznego jest to, co jest bezpośrednio dane, na przykład widok rzeźby lub dźwięki symfonii. Postrzeganie, oparte na wrażeniach wzrokowych lub słuchowych, charakteryzuje zatem czynnik *zmysłowy*. Wyobrażanie zaś, to wytwarzanie w umyśle – na przykład przy czytaniu lub słuchaniu powieści – obrazów, akcji, uczuć, które są następnie źródłem przeżyć estetycznych. Powieść, zapisana znakami, działa estetycznie pośrednio. Wyobrażanie, w przeciwieństwie do postrzegania, charakteryzuje czynnik *intelektualny* [3].

W starożytnej Grecji inicjatorami poglądów estetycznych byli filozofowie. Piękno utożsamiano z doskonałą proporcją, układem i stosunkiem części, a więc formą. W okresie

klasycznym (V i IV w. p.n.e.) filozofowie ze szkoły pitagorejskiej wnieśli doniosły wkład w rozwój estetyki. Wykorzystali matematykę do badań astronomicznych i stworzyli nowy obraz Wszechświata. Dostrzegli we Wszechświecie harmonię składników i nadali mu nazwę kosmos (κόσμος), czyli ład. Uważali, że Wszechświat jest zbudowany matematycznie i ta myśl miała podstawowe znaczenie dla ich estetyki. Akustyczne badania interwałów muzycznych doprowadziły ich do przekonania, że harmonijne współbrzmienie tonów ma charakter ilościowy, a więc matematyczny. Warto w tym miejscu przytoczyć opinię Heisenberga o tych dokonaniach: „Matematyczna struktura, (...) proporcja liczbowa, jako źródło harmonii – było to z pewnością jedno z najbardziej brzemiennych w skutki odkryć.” [4]. Według pitagorejczyków piękno jest obiektywną własnością rzeczy, jest układem ilościowym i zależy od liczby, miary i proporcji [5]. Koncepcja, że piękno polega na liczbie, mierze, proporcji, układzie i stosunku części przetrwała do współczesnych czasów i została nazwana Wielką Teorią estetyki zachodniej [6].

Od czasów starożytnej Grecji piękno było różnie rozumiane: początkowo jako forma, później jako wdzięk, subtelność, wzniosłość. Sokrates głosił, że piękno wielu rzeczy polega na ich odpowiedności, czyli zgodności z celem, któremu służą. Rzecz jest piękna jeśli jest – jak to się dziś mówi – stosowna, celowa lub funkcjonalna. Zmiany poglądów w dziejach estetyki spowodowały, że wdzięk, subtelność, wzniosłość, odpowiedność traktuje się jako odmiany piękna lub – jak to nazwali estetycy – kategorie piękna. Nazwa „kategoria” przysługuje odmianom ogólniejszym. Także forma zyskała rangę kategorii piękna. Uwzględniając wymienione kategorie, można podać szersze pojęcie piękna:

Piękne jest to, co oglądamy, słuchamy, czy wyobrażamy sobie z upodobaniem i uznaniem ze względu na wdzięk, subtelność, wzniosłość, odpowiedność i formę [6].

3. Piękno nauk matematyczno-fizycznych

Przedmiotem estetycznym jest wiedza z dziedziny metrologii lub innych nauk matematyczno-fizycznych. Wiedza ta jest wyrażona znakami matematycznymi, przy procedurach zaś i opisach – znakami słownymi. Proces dostrzegania piękna należy zacząć od skupienia badawczego na przedmiocie estetycznym. Wytworzone w umyśle wyobrażenia, myśli i związki wyróżnia czynnik *intelektualno-logiczny*. Sytuacja jest podobna do tej, jaka występuje przy czytaniu lub słuchaniu powieści, z tą istotną różnicą, że wyobrażenia i myśli powstałe w skupieniu badawczym cechuje ścisłość i logiczność. Pełnym przedmiotem estetycznym są łącznie wiedza podana znakami matematycznymi i słownymi oraz utworzone w umyśle – podczas skupienia badawczego – wyobrażenia, myśli i związki. Kontemplowana wiedza działa estetycznie pośrednio, a przeżycie estetyczne ma charakter intelektualno-logiczny [7].

Wiele fragmentów metrologii ma wartość estetyczną, za piękne można uznać także spektakularne pomiary, na przykład pomiar odległości galaktyki Andromedy M31 dokonany przez E. Hubble’a w latach dwudziestych XX w. [8], czy pomiar prędkości światła w National Bureau of Standards w 1972 r. [9]. W tym artykule przykładami będą układ SI oraz pełny wynik pomiaru.

4. Piękno układu SI i estetyka pitagorejczyków

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI) został uchwalony na 11. Generalnej Konferencji Miar (CGMP) w 1960 r. i z założenia miał być udoskonalany. Obecnie układ opiera się na siedmiu wielkościach i jednostkach podstawowych. W najbliższej przyszłości

planuje się redefinicję sześciu podstawowych jednostek miar [10]. W nowych definicjach zostaną wykorzystane stałe uniwersalne i fizyczne, przy czym stałe te będą wyrażone w jednostkach SI i otrzymają wartości dokładne. Dzięki tym zmianom wzrośnie dokładność odtwarzania jednostek podstawowych. Jedyną jednostką, która już obecnie wykorzystuje w definicji stałą uniwersalną – prędkość światła w próżni – jest metr. Pozostałe jednostki podstawowe: sekunda, kilogram, amper, kelwin, mol i kandela zostaną odpowiednio oparte na dokładnych wartościach: częstotliwości podstawowego stanu atomu cezu $133 \Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$, stałej Plancka h , ładunku elementarnym e , stałej Boltzmanna k , stałej Avogadro N_A oraz skuteczności świetlnej K_{cd} monochromatycznego promieniowania o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz.

Centralne znaczenie dla układu SI ma *podstawowa zasada metrologii*, która określa wymiar dowolnej wielkości pochodnej X :

$$X = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta \quad (1)$$

Wielkie litery po prawej stronie równania (1) oznaczają kolejno wielkości podstawowe: długość, masę, czas, prąd elektryczny, temperaturę termodynamiczną, licznosc materii i światłość; wykładniki potęgowe $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ są liczbami całkowitymi dodatnimi, ujemnymi, bądź zero.

Do tworzenia pochodnych jednostek miar wykorzystuje się równanie, w którym wielkości podstawowe zostały zastąpione odpowiednimi jednostkami podstawowymi:

$$1 \cdot \text{m}^\alpha \text{kg}^\beta \text{s}^\gamma \text{A}^\delta \text{K}^\epsilon \text{mol}^\zeta \text{cd}^\eta \quad (2)$$

gdzie m, kg, s, ... oznaczają jednostki podstawowe. Współczynnik przed jednostką jest zawsze równy jeden. Wyrażenie (2) jest uniwersalne i może także służyć, przez odpowiedni dobór wartości wykładników potęgowych, do tworzenia jednostek pochodnych.

Układ SI ma dwa uzupełnienia, które pełnią jedynie pomocniczą rolę: nazwy i oznaczenia specjalne wybranych jednostek pochodnych oraz przedrostki do wyrażania podwielokrotności i wielokrotności jednostek SI [11].

Pitagorejczycy uważali, że Wszechświat (*kosmos*) jest matematyczną proporcją i harmonią. Piękno określali terminem *harmonia*, ta zaś oznaczała zgodność, jedność składników, ład i zależała od *liczby, miary i proporcji*. Układ SI dobrze nawiązuje do głównych aksjomatów estetyki pitagorejczyków i zostanie przedstawiony w czterech, tworzących logiczną sekwencję, węzłach (rys. 1).

Węzeł 1: kosmos – ład

Korzeniami i zarazem fundamentem układu SI są stałe uniwersalne i fizyczne, na których – w najbliższej przyszłości – będą oparte definicje jednostek podstawowych. Według Heisenberga stałe uniwersalne to „skala przyrody”, parametry Wszechświata (*kosmosu*) [12].

Węzeł 2: miara

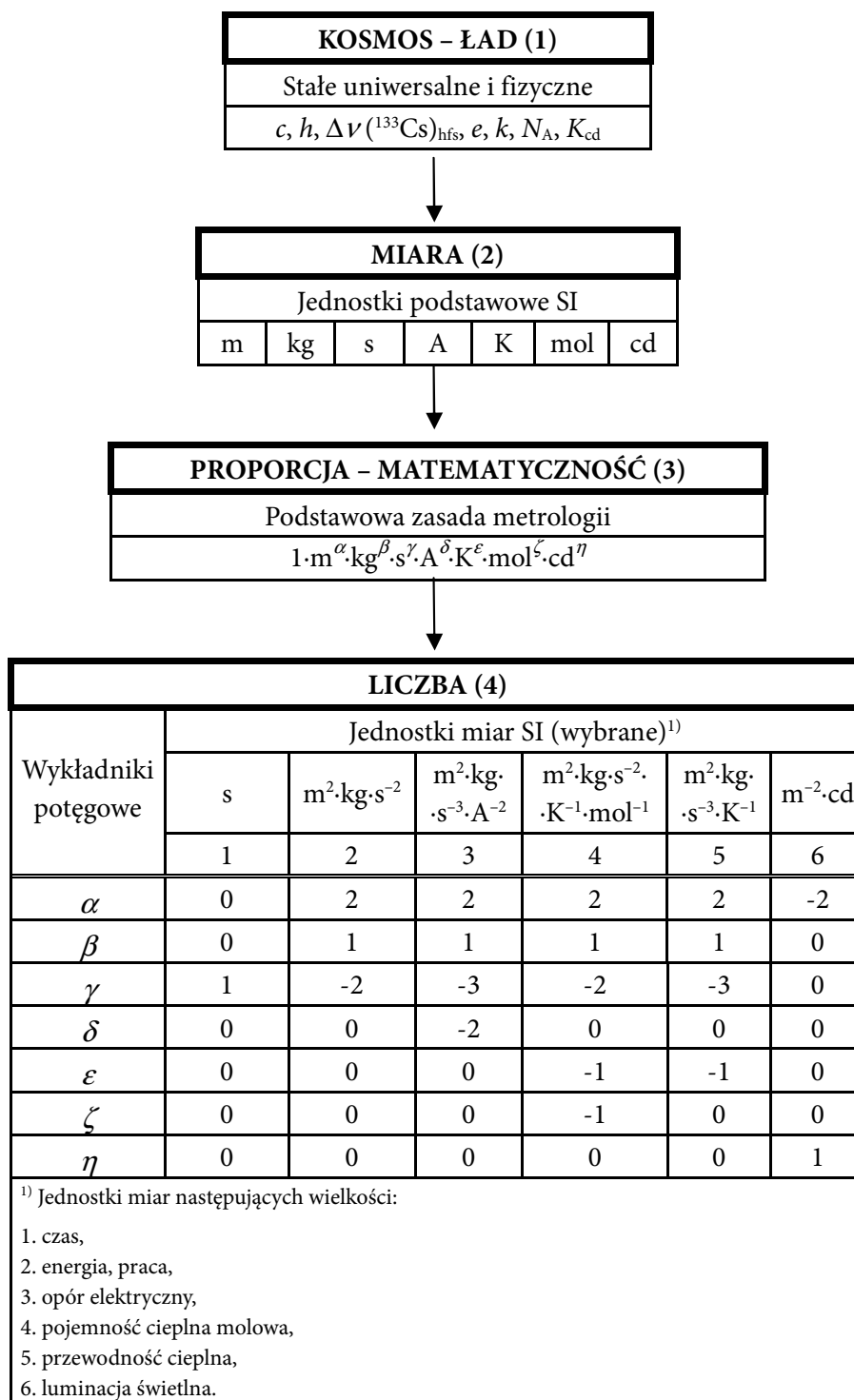
Zachowano właściwą miarę: bazę układu stanowi siedem jednostek podstawowych, zdefiniowanych w oparciu o stałe uniwersalne lub fizyczne z węzła 1.

Węzeł 3: proporcja – matematyczność

Matematyczność układu SI wynika z praw fizyki. Związek (2) ma kluczowe znaczenie – umożliwia tworzenie jednostek pochodnych we wszystkich teoriach fizycznych.

Węzeł 4: liczba

Postać jednostki miary SI zależy od wartości wykładników potęgowych $\alpha, \beta, \gamma, \dots$, a te są liczbami całkowitymi. Każdą jednostkę wyróżnia siedmioelementowy ciąg liczbowy. W tabelicy podano przykładowo kilka jednostek i odpowiadających im ciągów – w istocie jest ich około trzystu [13].



Rys. 1. Cztery węzły struktury układu SI i ich związek z estetyką pitagorejczyków; tablica w węźle 4 stanowi zaledwie mały fragment całości

Według pitagorejczyków harmonia – piękno – jest układem matematycznym. Układ SI jest także układem matematycznym i jest piękny. Jednostki podstawowe wywodzą się ze źródeł Wszechświata, jego parametrów, za jakie uważa się stałe uniwersalne i fizyczne. Podstawowa zasada metrologii (1, 2), w postaci prostej formuły matematycznej, pozwala na tworzenie jednostek pochodnych, te zaś na wyrażanie ilościowe wszystkiego, co jest w świecie mierzalne. W filozofii i estetyce pitagorejczyków liczba pełniła bardzo ważną rolę. Podobnie jest w układzie SI: każdą jednostkę miary określa odpowiedni siedmioelementowy ciąg liczbowy.

Oceniając obiektywnie, struktura osnowy układu SI ma znamiona doskonałości (rys. 1). Zachwyca w swej prostocie i proporcji forma układu: od źródła – stałych uniwersalnych i fizycznych – do mnogości ciągów liczbowych określających jednostki miar. Układ jest piękny, ma niezaprzeczalną wartość estetyczną [7].

5. Piękno pełnego wyniku pomiaru

Wartość wielkości uzyskana w pomiarze nie jest wartością pewną, bowiem prawdziwa wartość mierzonej wielkości jest ze swej natury nieznana [14]. Jest tak, ponieważ zarówno liczbowy wynik pomiaru, jak i jednostka miary, nie są absolutnie pewne. O samym wyniku pomiaru można więc powiedzieć, że nie wyraża prawdziwej wartości. Ratunkiem w tej kłopotliwej sytuacji okazały się podstawy teorii niepewności pomiaru, opracowane na początku XIX w. przez trzech wybitnych matematyków; byli to A. M. Legendre, P. S. de Laplace oraz C. F. Gauss. Dzięki ich badaniom zostało wprowadzone pojęcie niepewności pomiaru, której wartość jest funkcją prawdopodobieństwa. Niepewność ta jest związana z rozkładem statystycznym, otrzymywanym na podstawie serii obserwacji. Aktualnie są prowadzone prace badawcze, mające na celu opracowanie uniwersalnej metodyki obliczania niepewności pomiaru, w każdej z dziedzin nauk przyrodniczych i technicznych [15].

Za niepewność pomiaru przyjmuje się:

- niepewność standardową $u = s$ lub
- niepewność rozszerzoną $U = k \cdot s$,

gdzie: s – odchylenie standardowe empiryczne, k – współczynnik rozszerzenia.

Wartość współczynnika k jest funkcją poziomu ufności. Wartości $k = 1$ odpowiada poziom ufności $P = 0,68$, gdy na przykład $k = 2$, poziom ufności $P = 0,95$.

Gdy usunie się błędy systematyczne, wówczas pełny wynik pomiaru podaje się w postaci $Y = y \pm U$. Zapis ten oznacza, że prawdziwa wartość mierzonej wielkości Y jest zawarta w przedziale symetrycznie położonym względem wyniku pomiaru y , z prawdopodobieństwem P , zależnym od przyjętej wartości współczynnika k :

$$y - U \leq Y \leq y + U \quad (3)$$

Interpretację wyniku pomiaru można zapisać bardziej zwięźle (na przykład dla $k = 2$):

$$P[y - U \leq Y \leq y + U] = 0,95 \quad (4)$$

Połączenie wyniku pomiaru (y) z niepewnością pomiaru (u lub U) daje spójną całość, którą traktuje się jako obiektywną informację o wartości mierzonej wielkości.

Co stanowi o pięknie pełnego wyniku pomiaru? Zaskakuje w swej zwięźłości forma zapisu: $Y = y \pm U$. Budzi podziw interpretacja: o czymś z natury nieznanym – nieokreślonym ostro, niepoznawalnym, wręcz tajemniczym – pada ścisły sąd wyrażony ilościowo językiem

rachunku prawdopodobieństwa. Jest rzeczą nadzwyczajną, że dotyczy każdej mierzalnej wielkości, zarówno o małej, jak i dużej wartości, oraz nie zależy od stopnia dokładności pomiaru. Zapis i interpretacja mają zatem charakter uniwersalny.

Pełny wynik pomiaru to nie tylko piękno formy, ale i odpowiedniości. Zdziwiają ogromne możliwości porównywania dokładności pomiarów, wykorzystania w zastosowaniach technologicznych, w obiektywnej ocenie dokładności przyrządów pomiarowych, itp.

Pełny wynik pomiaru – główny cel metrologii – ma wartość estetyczną, jest piękny. Jest to piękno obiektywne, bo można je dostrzec w każdym rzetelnie uzyskanym wyniku pomiaru.

6. Wartości pełnego wyniku pomiaru

Czy treść interpretacji pełnego zapisu wyniku pomiaru jest sądem prawdziwym? Aby odpowiedzieć na to pytanie, należy odwołać się do teorii prawdy. Według klasycznej definicji sąd jest prawdziwy, jeśli jest zgodny z rzeczywistością. Na czym ma polegać zgodność z rzeczywistością? Jakie kryterium zastosować, aby móc stwierdzić zgodność sądu z realiami, ze światem? Pomocne okazały się teorie koherencyjna i pragmatyczna, dopełniają bowiem, przez odwołanie się do kryteriów, klasyczną definicję prawdy [16].

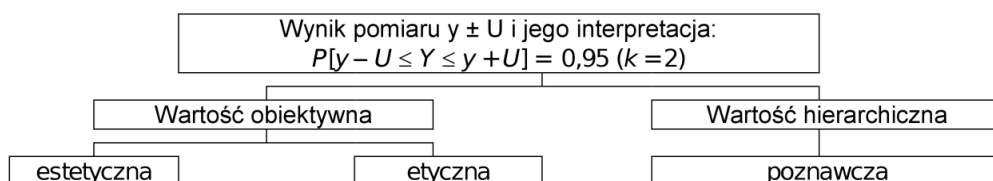
Teoria koherencyjna definiuje prawdę jako zgodność myśli między sobą; twierdzenie jest prawdziwe jeśli stanowi składnik spójnej całości [17]. Krzywa rozkładu błędów pomiaru opisana językiem matematyki ma ścisły związek z rachunkiem prawdopodobieństwa. Interpretacja pełnego wyniku pomiaru jest zgodna z systemem twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa, spełnia więc kryterium koherencyjnej teorii prawdy.

Według pragmatycznej teorii, o prawdziwości twierdzenia decyduje jego użyteczność w praktyce, w tym także zastosowaniach technicznych [17]. Wyznaczenie niepewności pomiaru wywodzi się z doświadczenia (odchylenie standardowe empiryczne) i dzięki temu jest użyteczne i przydatne w praktyce; wolno zatem przyjąć, że pragmatyczne kryterium prawdy zostało także spełnione.

Po spełnieniu kryteriów koherencyjnej i pragmatycznej teorii, zgodnie z klasyczną definicją prawdy, wolno uznać interpretację pełnego wyniku pomiaru za sąd prawdziwy. Treść wyniku pomiaru jest nie tylko prawdziwa, ale również racjonalna. Uzasadnieniem jest oparcie obliczeń na rachunku prawdopodobieństwa i danych empirycznych. Zmieniają się mierzone wielkości, wartości wyników i dokładności pomiarów, ale stopień wiarygodności przekazywanych informacji pozostaje zawsze ten sam.

Racjonalność jest dobrem; przeciwieństwo racjonalności – irracjonalność, prowadzi do chaosu, zagubienia, nieprzewidywalności, nie jest więc dobrem. Racjonalność ma zatem wymiar moralny, w dodatnim znaczeniu [18].

W starożytnej Grecji Platon wymienił razem triadę najwyższych wartości: piękno, prawda i dobro [19]. Zdziwiający jest związek tej triady z własnościami pełnego wyniku pomiaru, o którym można się wyrazić, że ma wartości: estetyczną, poznawczą i etyczną (rys. 2).



Rys. 2. Rodzaje wartości wyniku pomiaru i jego interpretacji

Wartości estetyczna i etyczna wyniku pomiaru nie zależą od rodzaju mierzonej wielkości oraz wartości wielkości, a także niepewności pomiaru, mają więc charakter obiektywny. Natomiast wartość poznawcza ma charakter hierarchiczny: wartość poznawczą wyniku pomiaru ocenia i określa indywidualny człowiek.

Wartości są bytami myślными, mogącymi istnieć tylko jako przedmiot myśli; nie są zatem bytami realnymi, istniejącymi niezależnie od poznającego podmiotu. Wartości istnieją obiektywnie. Warunkiem powstania w umyśle wartości jest zetknięcie się człowieka ze światem zewnętrznym.

Według Maxa Schelera wartości tworzą hierarchiczny porządek, od najniższych do najwyższych: hedoniczne (np. przyjemności zmysłowe), witalne (np. zdrowie, życie), duchowe (np. piękno, sprawiedliwość, poznawanie prawdy) oraz metafizyczno-religijne (np. świętość). Trzy wartości wyniku pomiaru (rys. 2) – według teorii Maxa Schelera – należą do duchowego stopnia porządku wartości; nie są wartościami hedonicznymi, ani też witalnymi [20].

7. Wnioski

1. Wyobrażenia i myśli powstałe podczas skupienia badawczego na naukach matematyczno-fizycznych charakteryzuje czynnik intelektualno-logiczny. Źródłem przeżycia estetycznego są wytworzone w umyśle wyobrażenia; przeżycie estetyczne ma charakter intelektualno-logiczny.
2. Z doświadczenia wiadomo, że łatwiej jest zauważyć piękno w dziełach sztuki, niż w naukach matematyczno-fizycznych. Warto pamiętać, że przeżycia estetyczne doznawane w kontaktach ze sztuką uczą dostrzegać piękno przyrody, praw fizyki, a więc także metrologii.
3. Dostrzeżenie w metrologii piękna budzi podziw. Metrologia jawi się nie tylko jako dostarczycielka informacji (wartości poznawczych), ale także źródło upodobania i uznania (wartości estetycznych).
4. Wartości estetyczne metrologii można wykorzystać m.in. w dydaktyce, do wzmocnienia motywacji poznania tej dziedziny wiedzy.
5. Powinnością człowieka jest rozwijanie kultury. Jednym z najważniejszych zadań kultury jest – obok doskonalenia i rozwijania uzdolnień ducha i ciała człowieka – rozwijanie nauk i sztuk oraz kultywowanie piękna. Odnajdywanie piękna w metrologii jest przyczynkiem do tej powinności.

Literatura

- [1] Chandrasekhar S.: *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*. Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- [2] Feynman R. P.: *Feynmana wykłady z fizyki. Charakter praw fizycznych*. Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
- [3] Tatarkiewicz W.: *Droga przez estetykę*. PWN, Warszawa 1972.
- [4] Heisenberg W.: *Ponad granicami*. PIW, Warszawa 1979.
- [5] Tatarkiewicz W.: *Historia estetyki. Estetyka starożytna*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1985.
- [6] Tatarkiewicz W.: *Parerga*. PWN, Warszawa 1978.
- [7] Malinowski J.: *Wartość estetyczna układu SI*. Pomiary Automatyka Kontrola, 7/2011, s. 814-817.
- [8] Osterbrock D. E., Gwinn J. A., Brashear R. S.: *Edwin Hubble i rozszerzający się Wszechświat*. Świat Nauki, 9/1993, s. 68-74.
- [9] Evenson K. M. et al.: *Speed of light from direct frequency and wavelength measurements of the methane-stabilized laser*. Physical Review Letters, Vol. 29, no. 19 (1972), s. 1346-1349.

- [10] Resolutions adopted by the General Conference on Weights and Measures (24th meeting), Paris, 17-21 October 2011.
- [11] Malinowski J.: *Wartości estetyczne w metrologii*. WNT, Warszawa 2010.
- [12] Heisenberg W.: *Fizyka a filozofia*. Książka i Wiedza, Warszawa 1965.
- [13] Massalski J. M., Studnicki J.: *Legalne jednostki miar i stałe fizyczne*. PWN, Warszawa 1988.
- [14] PKN-ISO/IEC Guide 99:2010 *Międzynarodowy słownik metrologii. Pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy z nimi związane (VIM)*.
- [15] Fotowicz P.: *Historyczne źródła niepewności pomiaru*. Metrologia. Biuletyn Głównego Urzędu Miar, nr 3/2009, s. 26-28.
- [16] Rosnerowa H.: *Współczesne spory o pojęcie prawdy i jej ekspresja*. Znak, nr 256, 10/1975, s. 1243-1261.
- [17] Mała encyklopedia logiki. Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich - Wydawnictwo, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1970
- [18] Heller M.: *O tajemnicy wszechświata. Rozmowy na koniec wieku*. Wydawnictwo ZNAK, Kraków 1999.
- [19] Platon: Faidros 246E, w tłum. L. Regnera. PWN, Warszawa 2004.
- [20] Andrzejewski B. (red.): *Słownik filozofów*. Filozofia powszechna. Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 1996.

Wydawca: **Główny Urząd Miar**

Prezes

JANINA MARIA POPOWSKA

tel. (22) 581 95 45, fax 620 84 11,

e-mail: prjp@gum.gov.pl

Wiceprezes do spraw metrologii prawnej

DOROTA HABICH

tel. (22) 581 93 26, fax 624 25 73,

e-mail: vprdh@gum.gov.pl

Wiceprezes do spraw metrologii naukowej

WŁODZIMIERZ POPIOŁEK

tel. (22) 581 95 49, fax 620 84 11, e-mail: vprwp@gum.gov.pl

Dyrektor Generalny Urzędu

ROBERT ZIÓŁKOWSKI

tel. (22) 581 93 78, fax 624 02 68, e-mail: dgu@gum.gov.pl

Redakcja: **Paweł Fotowicz** tel. (22) 581 92 95, e-mail: uncert@gum.gov.pl